

Morphologie der Nieren im Ultraschallschnittbild

Untersuchungen mit dem B-Scan mit schnellen Bildaufbau

von

Alexander Wolfram Zimmermann

aus

Tübingen

1976 № 4 24



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546228_0068

Aus der IV. Medizinischen Klinik
der Städt. Krankenanstalten Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. U. Gessler

Morphologie der Nieren im Ultraschallschnittbild

Untersuchungen mit dem B - Scan mit schnellen Bildaufbau

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Alexander Wolfram Zimmermann
aus
Tübingen

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer
Referent: Prof. Dr. U. Gessler
Korreferent: Prof. Dr. L. Demling

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Oktober 1976

Einleitung

Die Diagnose von Nierenerkrankungen ist z.T. vom Funktionszustand des Organes und der ableitenden Harnwege abhängig.

Bei schlechter oder völlig darniederliegender Nierenfunktion kann eine diagnostische und prognostische Abklärung nicht rasch genug oder nur unvollständig oft unter Verwendung eingreifender Methoden erfolgen.

Mit der Ultraschall-Schnittbilduntersuchung (Sonographie) können Morphologie und Topographie der Nieren auch bei völligem Ausfall der Organfunktion beurteilt werden.

Die Sonographie ist eine nicht-invasive Methode, die vorteilhaft bei hinfalligen Patienten angewendet werden kann und deren zeitlicher - und materieller Aufwand im Vergleich mit anderen diagnostischen Maßnahmen gering ist.

Außerdem sind keine schädigenden Wirkungen diagnostischer Dosen von Ultraschall auf die Physiologie des menschlichen Organismus bekannt. Die Untersuchung ist also beliebig oft wiederholbar, was Verlaufskontrollen erleichtert.

Anhand von 238 Patienten, die im Verlauf eines Kalenderjahres z.T. mehrfach von mir untersucht wurden, sollen die diagnostischen Möglichkeiten der Ultraschall-schnittbilduntersuchung der Nieren mit dem "schnellen B-Scan", sowie Verlaufskontrollen bei Nierenerkrankungen dargestellt werden.

Anatomie der Nieren

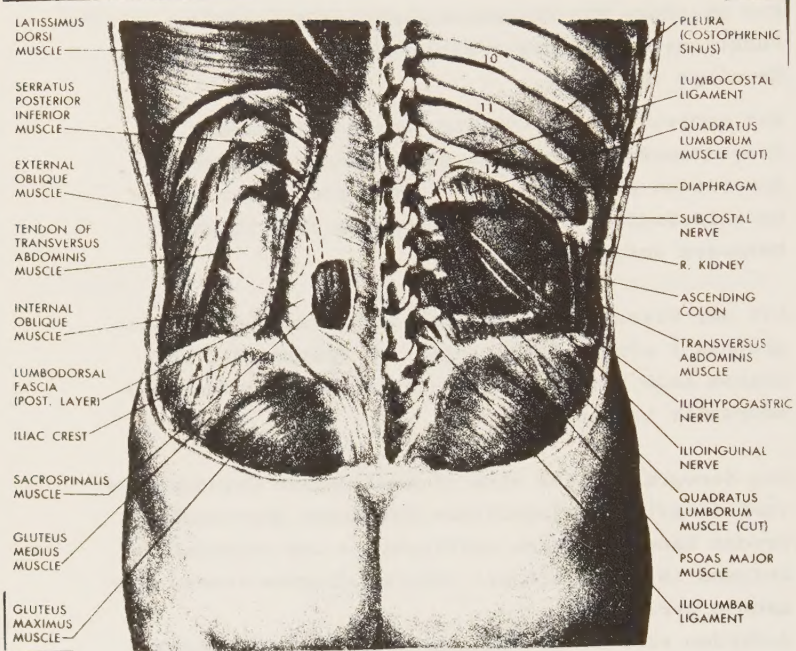


Abb. 1: Aus Ciba-Collection (Band: Kidneys)

Die Nieren sind zu beiden Seiten der Wirbelsäule in den fossae lumbales in das perirenale Fettgewebe eingebettet.

Der Längsdurchmesser einer Niere beträgt 10 - 12 cm, der Querdurchmesser 5 - 6 cm, die Dicke ca. 4 cm. Die linke Niere liegt zwischen Th XII und L III, die rechte Niere liegt einige Zentimeter tiefer (Abb. 1).

Die Lage der Nieren ist abhängig von Körperhaltung und Atmung.

Rindensubstanz und Nierenmark bilden zusammen das Nierenparenchym, welches von einer fibrösen Kapsel überzogen ist. Die Basen der zum Nierenmark gehörigen Nierenpyramiden sind nach peripher-, ihre Spitzen

hiluswärts gerichtet und stehen mit dem Kelchsystem in Verbindung. Das Nierenkelchsystem öffnet sich nach medial zum Nierenbecken. Diesen Bereich durchziehen die größeren Blutgefäße der Nieren, die im Ultraschallschnittbild zusammen mit dem Kelchsystem den sog. Pyelonreflex hervorrufen.

Physikalische Prinzipien- und Methodik der Ultraschall-diagnostik.

1. Physikalische Eigenschaften

Die Wellenlänge von Ultraschall liegt oberhalb des Hörbereiches des menschlichen Ohres bei $1,8 \times 10^4$ Hz bis 10^8 Hz.

In der medizinischen Diagnostik werden Frequenzen von 1 - 15 MHz verwendet.

Ultraschall breitet sich hauptsächlich in Form von Longitudinalwellen aus. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist abhängig von Dichte und Kompressibilität des durchwanderten Mediums. In einem gleichförmigen Medium stehen Schallausbreitungsgeschwindigkeit (v), Wellenlänge (λ) und Frequenzen (f) in folgender Beziehung:

$$v = f \times \lambda$$

Ultraschall wird beim Auftreffen auf Grenzflächen z.T. reflektiert z.T. gebrochen.

Dabei gelten die aus der Optik bekannten Gesetzmäßigkeiten:

Einfallswinkel ist gleich Reflektionswinkel, und der Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels ist abhängig von der Ausbreitungsgeschwindigkeit in beiden Medien.

Bei senkrechtem Einfall findet keine Brechung statt.

Das Produkt von Dichte des Mediums ($\rho = \text{g/cm}^3$) und Schallausbreitungsgeschwindigkeit ($v = \text{m/sec}$) wird akustische Impedanz oder Schallwellenwiderstand genannt.

Eine Ultraschallwelle wird nur dann reflektiert, wenn sie auf eine Grenzfläche unterschiedlicher Impedanz auftrifft. Das Verhältnis der reflektierten- zur einfallenden Energie wird als Reflektionsfaktor bezeichnet. An der Grenze von Muskel und Fett beträgt der Reflektionsfaktor z.B. 0.9 % (HOLLÄNDER), an der Grenze von Luft und Wasser dagegen 99 %, sodaß hier praktisch Totalreflektion eintritt. Diese Reflektionsgesetze gelten allerdings nur an glatten Grenzflächen. An rauen Grenzflächen (wie im menschlichen Gewebe) tritt Streuung auf, die bewirkt, daß auch Grenzflächen dargestellt werden, die nicht senkrecht zur Einfallrichtung des Schalls stehen.

Durch frequenzabhängige Schallabsorption, bei der die Bewegungsenergie der Schallwelle z.T. in Wärme umgewandelt wird, ist die Eindringtiefe von Ultraschall in menschliches Gewebe beschränkt.

Bei Frequenzen von 2 - 2,5 MHz beträgt die Halbwertschichtdicke der Gewebe ca. 1,5 cm, d.h., daß in einer Schichttiefe von 15 cm nur noch etwa ein Tausendstel der Anfangsenergie des Ultraschalls ankommt.

Dieses Phänomen wird bei modernen Geräten durch Verstärkung der Reflexe aus tieferen Schichten kompensiert.

2. Diagnostische Verfahren mit Ultraschall

Die von Grenzflächen innerhalb des Körpers reflektierten Schallimpulse können auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre einmal als unterschiedlich hohe Zacken (A-Mode) oder als verschieden helle Lichtpunkte (B-Mode) abgebildet werden, wobei einerseits die Höhe der Zacken, andererseits die Helligkeit der Lichtpunkte der Echoenergie entsprechen. Das A-Mode-Verfahren (eindimensionale Methode) eignet sich zur Messung des Abstandes definierter Grenzflächen. Ergebnisse mit diesem eindimensionalen Verfahren liegen bereits seit über 20 Jahren vor. So in der Ultraschall-Echoenzephalographie (LESKELL, KAZNER et al.), der Ultraschall-Cardiographie (HERZ und EDLER, EFFERT) und in der Ultraschall-Ophthalmologie (OKSALA, BAUM und GREENWOOD).

Wenn viele Grenzflächen vorhanden sind, ist es bei Verwendung des A-Strahles nicht mehr möglich, die zahlreichen Echozacken sinnvoll zu interpretieren. Hier setzte die Entwicklung der zweidimensionalen Untersuchungstechnik ein (B-Scan).

Um ein zweidimensionales Bild von Geweben zu erhalten, müssen zahlreiche Reflexlichtpunkte gesammelt werden, d.h. es ist erforderlich, den Ultraschallstrahl zu bewegen und die zu untersuchende Körperregion abzutasten.

Mit der langsamen Abtastung des Untersuchungsgebietes nach dem B-Mode (B-Scan oder compound-scan) ist der Bildaufbau erst nach vollständigem Ablauf der manuellen Abtastung zu Ende. Der Abtastvorgang geschieht hier schrittweise mit einem kleinen Schallkopf, der durch die Hand des Untersuchers langsam über die zu explorierende Körperregion geführt wird.

Entweder durch photographische Summation oder auf einer Bildspeicherröhre entsteht nach und nach eine Abbildung des Reflexmusters der untersuchten Region.

Dabei sind die meisten Geräte so konstruiert, daß bereits gespeicherte Lichtpunkte nicht doppelt abgebildet werden können. Nach Beendigung des Abtastvorganges kann das entstandene Bild beurteilt werden.

Typisch für die Speicherbildröhre des langsamen B-scan ist der harte Schwarz-Weißkontrast der nachleuchtenden Bildröhre, was sich für die Beurteilung von Gewebsstrukturen als nachteilig erweisen kann. Außerdem können keine Organbewegungen dargestellt werden und der Abtastvorgang dauert verhältnismäßig lange.

Unsere Untersuchungen wurden mit einem Parallelscan-Gerät (Vidoson der Firma Siemens - Abb. 2) durchgeführt. Dieses Gerät arbeitet mit hoher Abtastgeschwindigkeit (ca. 50 m/sec).

Die hohe Abtastgeschwindigkeit erlaubt eine Bildfolge von 15 - 16/sec, was die Beobachtung von Bewegungsabläufen wie Atemverschieblichkeit und Pulsation ermöglicht.

Die hohe Abtastgeschwindigkeit wird dadurch erreicht, daß sich der Schallkopf im Brennpunkt eines zylindrisch-parabolischen Spiegels dreht, von welchem die Schallimpulse so reflektiert werden, daß sie parallel zueinander austreten (Abb. 3).

Die reflektierten Echos erreichen den Schallkopf, der jeweils nach Aussenden eines Impulses auf Empfang umgeschaltet wird, und erscheinen dann auf einem Leuchtschirm. Durch dieses Verfahren ist eine "Grauabstufung" möglich, wodurch einzelne Bildpunkte je nach Schallwellenwiderstand verschieden hell dargestellt werden. So entsteht ein Reflexmuster, das eine gute Beurteilung von Organstrukturen erlaubt.

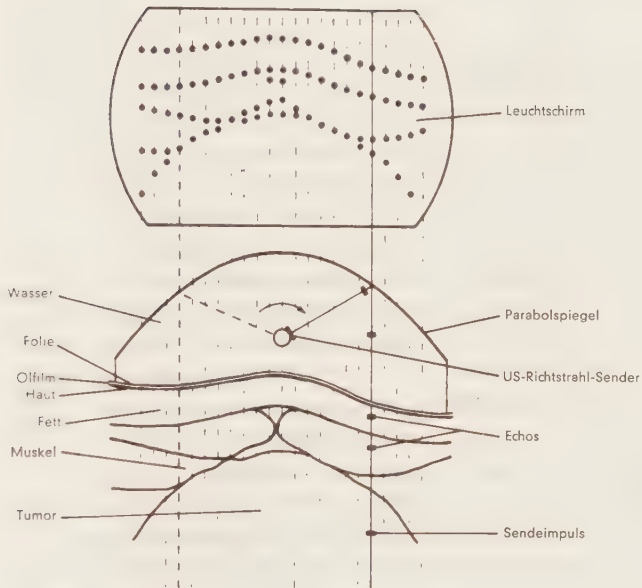


Abb. 3: Prinzip des Parallel-scan mit rotierendem Schallkopf (aus KRAUSE und SOLDNER)

3. Biologische Wirkungen von Ultraschall

Bei Ultraschall handelt es sich um mechanische Energie, die folgende Wirkungen entfalten kann:

- a) Wärmewirkung
- b) Mechanische Wirkung (Mikromassage und Kavitation)
- c) Chemische Wirkung

Eine gute Zusammenstellung hierüber findet sich bei BERGMANN.

Über die Wirkung von Ultraschall an tierischen Organen und Geweben liegen zahlreiche Arbeiten vor. So untersuchten GESSLER und SCHMITZ die Wirkung von therapeutischen Ultraschalldosen auf den Gastrocnemius des Frosches.

Eine kurze, übersichtliche Zusammenstellung der Arbeiten über die biologische Wirkung von Ultraschall auf bestimmte Organe findet sich bei HOLLÄNDER (Seite 34 - 44).

Bei Anwendung von diagnostischen Dosen von Ultraschall (1 - 60 mWatt/sec) konnten bis heute weder im Tierversuch noch in klinischen Studien schädigende Wirkungen nachgewiesen werden.

Patienten und Untersuchungsmethoden

1. Patienten

Innerhalb des Zeitraums von 2 Jahren wurden Nierenuntersuchungen an über 700 Patienten mit der Ultraschall-Schnittbildmethode (schneller B-Scan) vorgenommen.

Die vorliegende Arbeit basiert auf Ein- oder Mehrfachuntersuchungen von 238 Patienten, die innerhalb eines Kalenderjahres durchgeführt wurden. Dabei handelt es sich um 153 diagnostische Untersuchungen nach Klinikaufnahme und um 85 Verlaufskontrollen (nach Nierentransplantation, bei und nach Nierenpunktion, nach akutem Nierenversagen etc. - genaue Aufschlüsselung siehe Tabelle I im Kapitel Ergebnisse).

2. Untersuchungsgang

Die Ultraschall-Untersuchung der Niere erfordert keine Vorbereitung des Patienten.

Die rechte Niere kann in Rückenlage, durch die Leber (als gut schalleitendes Medium) hindurch dargestellt werden.

Die linke Niere kann nur in seltenen Fällen von ventral her beurteilt werden, da meist luftgefüllter Darm (Colon descendens und Jejunum) davor liegt. Nur große Cystennieren, die quasi seitlich unter den total reflektierenden Darmgasen hervorlugen, bilden regelmäßig eine Ausnahme.

Aus diesen Gründen erfolgt die Untersuchung der Nieren grundsätzlich in Bauchlage, wobei der Schallkopf auf den Rücken des Patienten aufgesetzt wird.

Von dieser Regel gelten folgende Ausnahmen:

- a) Bei transplantierten Nieren und bei Verdacht auf Lageanomalien (z.B. Hufeisenniere) wird in Rückenlage untersucht.
- b) Schwerkranke Patienten werden in Rückenlage untersucht.
- c) Bei Verdacht auf Senknieren erfolgt zusätzliche Untersuchung im Stehen.

Um Größe und Lokalisation der Nieren möglichst exakt anzugehen, sollte der Schall im Winkel von 90° auf die Niere auftreffen. Bei normaler Bauchlage ist dies nicht der Fall, da sich der caudale Pol der Niere weiter ventral befindet als der oraniale - . Außerdem kann die Lendenlordose beim Aufsetzen des Schallkopfes stören. Günstige Untersuchungsbedingungen erreicht man z.B. durch Unterlegen einer Rolle unter die Bauchdecken.

Vor dem Aufsetzen des Schallkopfes wird das Untersuchungsgebiet mit Oel oder Gel bestrichen, um das Eindringen der Schallstrahlen in das Gewebe zu ermöglichen. Die Untersuchung des Patienten beginnt mit einem Längsschnitt durch die Nieren, wobei das Organ durch Verschieben des Schall-Kopfes von der Wirbelsäule her nach lateral aufgesucht wird. Erscheint die Niere auf dem Monitor, wird sie zunächst im Längsschnitt durch kontinuierliches Verschieben des Schallkopfes auf Besonderheiten untersucht. Dank des schnellen Bildaufbaus lassen sich in kurzer Zeit beliebig viele Schnittbilder aufertigen.

Nach der orientierenden Untersuchung wird zur Größenbestimmung die längste Achse und die größte Dicke der Niere aufgesucht. Jetzt wird auch die Parenchymsaumdicke bestimmt. Nach der Darstellung im Längsschnitt

wird der Schallkopf um 90° gedreht und die Niere in beliebig vielen Querschnittsbildern beurteilt.

Zur Dokumentation steht uns derzeit nur eine Polaroid-Kamera zur Verfügung, die den Vergleich mit einer Spiegelreflexkamera nicht bestehen kann. Vorteilhaft ist jedoch, daß das Bild unverzüglich demonstriert werden kann.

Der Zeitaufwand für eine Untersuchung beträgt 10 - 15 Minuten.

3. Kritik der Methodik

Bei hinfälligen Patienten, die nicht in Bauchlage untersucht werden können, ist es meist unmöglich, die linke Niere dazustellen.

Wegen der beschränkten Reichweite des Gerätes (16 - 20 cm Tiefe) und des schlechteren Auflösungsvermögens in tieferen Schichten, steigt die Zahl der unsicheren Befunde und falschen Diagnosen mit der Ausprägung der Adipositas der untersuchten Patienten.

Veränderungen mit geringer Ausdehnung, z.B. Cysten mit einem Durchmesser unter 1 cm und kleine Konkreme-
mente können leicht übersehen - und nicht sicher beurteilt werden.

Sehr kleine, deformierte und schlecht atemverschiebliche Nieren sind nur schwer - und in Einzelfällen nicht darstellbar.

Ergebnisse

1. Diagnostische Kriterien

Zunächst sollen anhand von kasuistischen Beispielen pathologische Besonderheiten im Vergleich zum normalen Ultraschall-Schnittbild der Niere dargestellt werden.

Die Ultraschall-Schnittbilder sind jeweils zweimal abgebildet, wobei auf einem etwas überbelichteten Abzug eine skizzenhafte Erläuterung erfolgt.

1. 1. Ultraschall-Schnittbild der normalen, gesunden Niere.

Die Nierenlager paravertebral befindliche normale Niere kann, bei in Bauchlage untersuchten Patienten, sicher dargestellt - und gegen die Umgebung abgegrenzt werden.

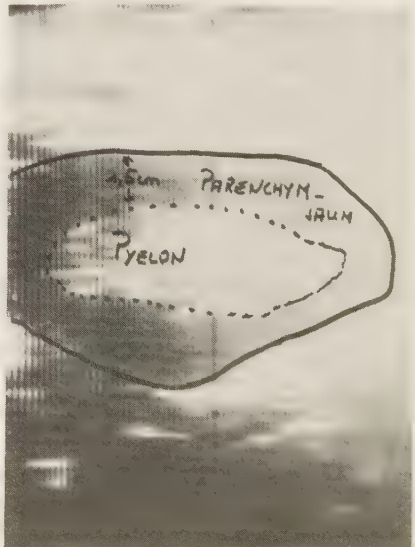
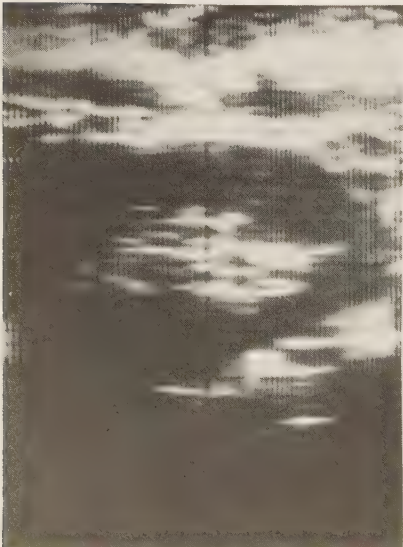


Abb. 4: Normale linke Niere eines nierengesunden 38-jährigen Patienten mit Zieve-Syndrom (Längsschnitt, Inspirationsstellung).

Die Form der normalen Niere ist längsoval, ihre Kontur glatt. Der größte Längsdurchmesser beträgt je nach Körpergröße des Patienten 10 - 14 cm, der größte Querdurchmesser 5 - 6 cm und der Sagittaldurchmesser 3 - 4 cm. Das Nierenparenchym erscheint als dunkler Saum, dessen mittlere Dicke 1,5 - 2 cm beträgt.

Im Zentrum der Niere sind helle Reflexe darzustellen, die der Struktur des Nierenbeckens und den in diesem Bereich verlaufenden größeren Gefäßen entsprechen. Normalerweise sind diese hellen Reflexe im Zentrum der Niere gleichmäßig verteilt und die einzelnen Reflexpunkte erscheinen ähnlich groß und hell (homogener Pyelonreflex).

Der Pyelonreflex der normalen Niere ist glatt gegen den Parenchymsaum abzugrenzen. Die gesunde Niere ist, je nach Alter und Konstitution des Patienten, 2 - 6 cm atemverschieblich. Bei Expirationsstellung ist ein Teil der Niere durch Schallauslöschung hinter einer Rippe nicht dargestellt (Abb. 5).

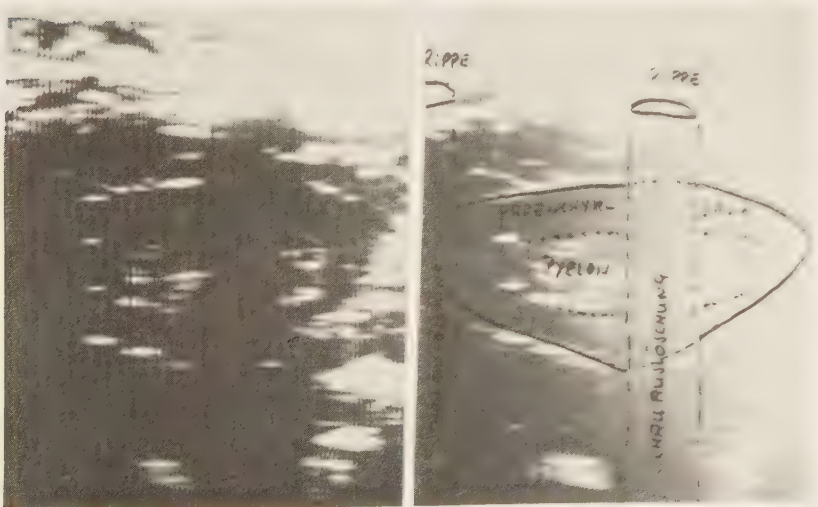


Abb. 5: Normale rechte Niere eines 56-jährigen Patienten (Längsschnitt Expirationsstellung).

Die unmittelbare Umgebung der Niere zeigt ein helles
Reflexmuster (Ein- und Austrittsreflex des Schalls).

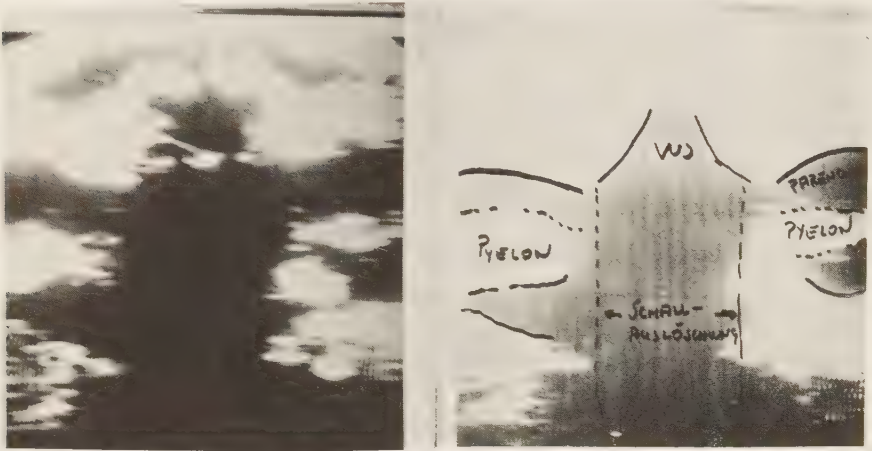


Abb. 2: Querschnittsbild der normalen Nieren einer
34-jährigen Patientin (Nierenmitte).

Tabelle 1

<u>Ultraschall-Diagnose</u>	<u>Zahl</u>	<u>Übereinstimmung mit klinischer Diagnose</u>	<u>Keine Übereinstimmung</u>
Normale Nieren	63	57	1 x Glomerulonephritis 2 x chronische Pyelonephritis 1 x beginnende Hydro-nephrose 1 x interstitielle Nephritis <u>1 x Pyelon-Kelchektasie</u> 6 Fälle
Schmaler Parenchymsaum	58	58	
Kleine Nieren	50	50	
Cystennieren	24	24	
Flüssigkeitsstau im Pyelonbereich	19	6 x akuter Schub 5 x Hydronephrose 2 x Fehlbildung <u>2 x Pyelektasie</u> 15	2 x kein Röntgennachweis nach Steinabgang (Verlaufskontrolle) 2 x Fehldiagnose
Nephrolithiasis	17	14	3 (1 x Luftblasen nach retrograder Darstellung als Stein interpretiert)
Zu große Nieren	16	15	1 (nicht abgeklärt)
Transplantation	16	16	
Dicker Parenchymsaum	12	12	

Tabelle 1 (Fortsetzung)

<u>Ultraschall- Diagnose</u>	<u>Zahl</u>	<u>Übereinstimmung mit klinischer Diagnose</u>	<u>Keine Übereinstimmung</u>
Veränderte Nierenumgebung	5	5	
Nieren nicht darzustellen	5	5 x terminale Nieren- insuffizienz	
Malignom- verdacht	3		1 x Nieren-Tuberkulose 1 x Kaverne unklarer Genese 1 x Milz
Senknieren	3	3	
Solitärzysten	6	6	

297 +)

+) Die Summe stimmt nicht mit der Zahl der Patienten überein, da verschiedene Befunde an rechter und linker Niere eines Patienten einzeln aufgezählt und berechnet wurden. Bei Verlaufskontrollen wurde der pathologische- und der wiedererlangte Normalbefund separat gezählt.

1.2. Ultraschall-Schnittbild topographischer Besonderheiten der Nieren.

Durch die typische Struktur der Nieren im Ultraschallschnittbild sind Lageveränderungen, Verdrängung, einseitige Nierenanlagen, und atypische Topographie der Nieren, wie z.B. bei transplantierten Nieren oder Hufeisennieren zu erkennen.

Abbildung 7 zeigt den rechts der Mittellinie gelegenen Teil einer Hufeisenniere eines 62-jährigen Patienten, der wegen röntgenologisch "nicht darstellbarer Nieren" von einem auswärtigen Krankenhaus überwiesen wurde. Bei der Untersuchung des Patienten in Bauchlage waren im Bereich der Nierenlager keinerlei nierenähnliche Strukturen zu finden. Bei Untersuchung in Rückenlage zeigte sich im Querschnitt knapp unterhalb des Nabels die auf dem Foto (re.) dargestellte Struktur einer Hufeisenniere. Diese Diagnose konnte mit dem i.v.-Pyelotomogramm bestätigt werden (Abb. 8). Die über die Aorta ziehende Parenchymbrücke zwischen linken und rechten Anteil der Hufeisenniere ist im Ultraschallschnittbild gut dargestellt.

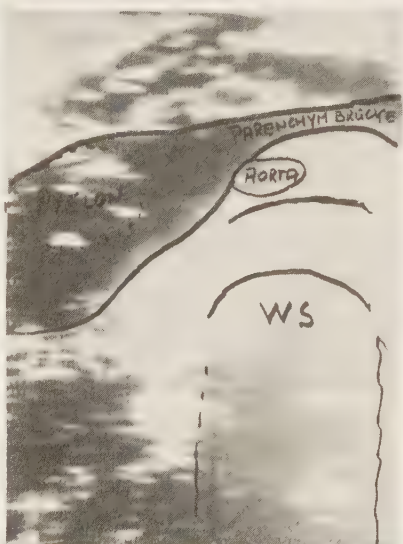


Abb. 7

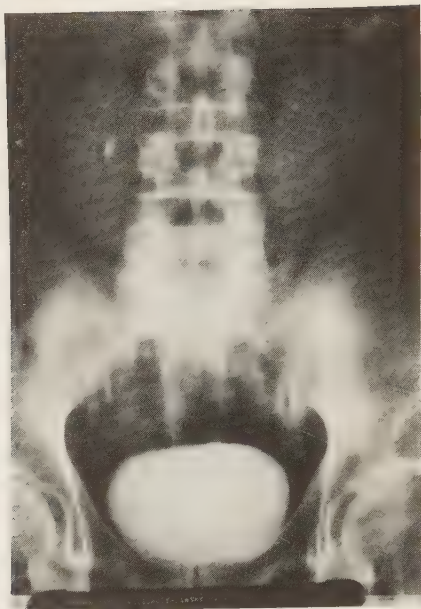


Abb. 8: Hufeisenniere bei einem 62-jährigen Patienten (i.v.-Pyelotomogramm).

1.3. Veränderung der Nierengröße

a) Vergrößerung der Nieren

Die schnelle Bildfolge des schnellen B-scan erlaubt die größten Durchmesser der Niere in kurzer Zeit einzustellen. Dies geschieht durch Drehen und Kippen des Schallkopfes. Sind alle 3 Hauptdurchmesser der Niere vergrößert, kann eine Organvergrößerung erkannt werden.

Vergrößerte Nieren werden gefunden bei -:

- a1) Cystennieren - (Abb. 9), die oft gewaltige Ausmaße annehmen und gut tastbar sind. Kleinere Cystennieren ohne typischen Tastbefund werden im Ultraschall-Schnittbild erkannt. Außer der Organvergrößerung findet sich eine wellige Kontur und eine völlige Auflösung des gewohnten Struktur-musters. Statt der zentralen hellen Reflexzone (Pyelonbereich) und des dunklen Parenchymsaumes, stellen sich verschieden große, runde, völlig binnenreflexfreie Zonen dar, denen ein heller Reflex folgt. Der Pyelonbereich ist nicht mehr vom Pyrenchymsaum abgrenzbar.

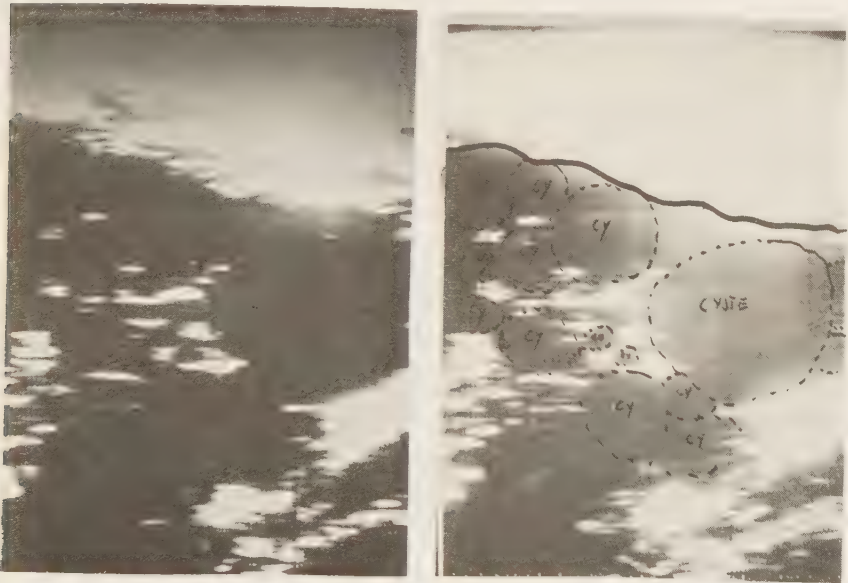


Abb. 9: Cystenniere (links) einer 55-jährigen Patientin.

- a2) - akutes Nierenversagen - hier sind die normalen Strukturen der Niere erhalten. Ihre Relation zu einander ist jedoch zugunsten des Parenchymsaumes verschoben.

Die wirkt plump und prall (siehe auch Kapitel Verlaufs-
kontrollen).

a3) - auch bei Glomerulonephritiden kann das Ultraschallschnittbild vergrößerte Nieren zeigen.

Abbildung 10 zeigt die linke Niere einer 26-jährigen-, 167cm großen-, 63 kg schweren Patientin mit einer membrano-proliferativen GN mit nephrot. Verlauf (histologisch gesichert). Es bestand eine Proteinurie von über 20 g/die.

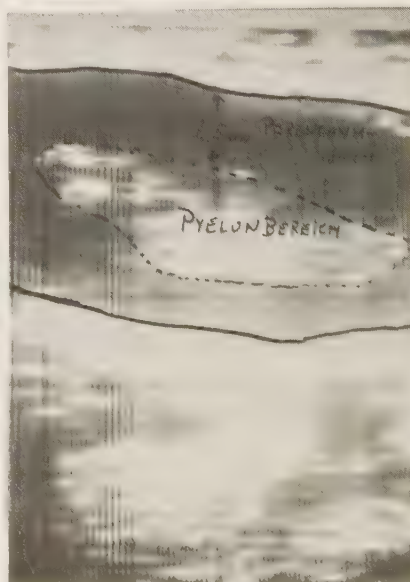
Die Hauptdurchmesser der Nieren sind deutlich vergrößert (14 x 7 x 6 cm). Der Parenchymsaum ist erheblich verdickt. Die Niere hat auf dem Monitor "keinen Platz". Auf der Abbildung (rechts) sind jeweils 2 cm vom caudalen und cranialen Nierenpol abgeschnitten.

Weitere Vergrößerungen werden gesehen bei

a4) Plasmocytom (erhaltene Strukturmuster, dicker Parenchymsaum)

a5) -Einnierigkeit (nach Nephrektomie oder einseitig angelegter Niere)

a6) - Abstoßungskrisen transplantiertter Nieren (siehe Kapitel Verlaufs-kontrollen).



a7) - großen Nierentumoren, wobei das typische Strukturmuster der Nieren hier in seltsamer Weise aufgelöst sein kann (cystenähnlich -, tumorähnlich etc.).

a8) - malignen Tumoren, die oft ein lockeres, regelloses Reflexmuster besitzen, welches das typische Strukturmuster der Niere verdrängt.

b) Verkleinerung der Nieren

Sind alle 3 Hauptdurchmesser etwas - oder zwei Hauptdurchmesser verkleinert, so kann eine Verkleinerung der Nieren erkannt werden. Manche Autoren berechnen nach Messung der 3 Hauptdurchmesser das angenäherte Volumen der Niere und bestimmen so die Abweichung von der Norm [WEITZEL et al., ...].

Verkleinerte Nieren finden sich u.a. bei Nierendysplasie. Der weitaus größte Teil der verkleinerten Nieren ist jedoch erworben und stellt ein Stadienbild von fortschreitender Entzündungsprozessen dar. Verkleinerung der Nieren sahen wir bei chronischer Glomerulonephritis, bei chronischer Pyelonephritis, Nierentuberkulose, Amyloidose und Phosphatnieren.



Abb. 11: Verkleinerte linke Niere einer 41-jährigen Patientin (Längsschnitt), Beschreibung siehe Text.

Abbildung 11 zeigt die mäßig verkleinerte Niere einer 41-jährigen Patientin mit chronischer Pyelonephritis und noch normalen Retentionswerten (Längsschnitt). Die Niere ist 9 x 4 x 2 cm groß, die Kontur ist nicht mehr glatt, der Pyelonreflex ist inhomogen und schlecht gegen den Parenchymsaum abgrenzbar.

Abbildung 12 zeigt die deutlich verkleinerte rechte Niere eines 29-jährigen Patienten mit chronischer GN, renaler Hypertonie und einem S.-Kreatinin um 3,5 mg%. Beim Isotopennephrogramm bestand ein Kurvenverlauf vom Nephrektomietyp. Nierengröße 8 x 4 x 3 cm.

Abbildung 13: Hochgradig verkleinerte Nieren einer 32-jährigen Patientin mit terminaler Niereninsuffizienz.

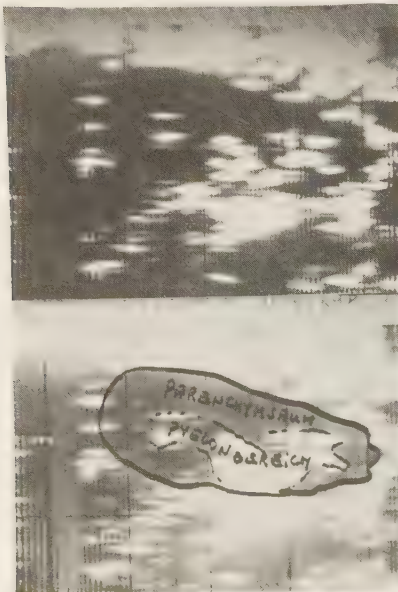


Abb. 13

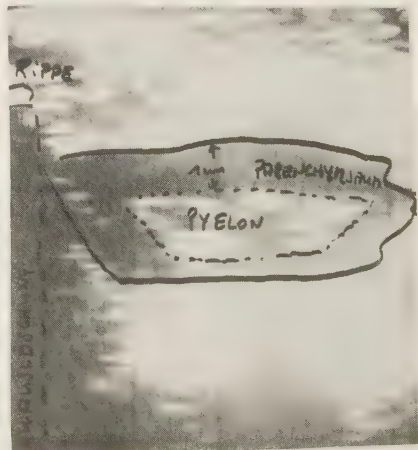


Abb. 12

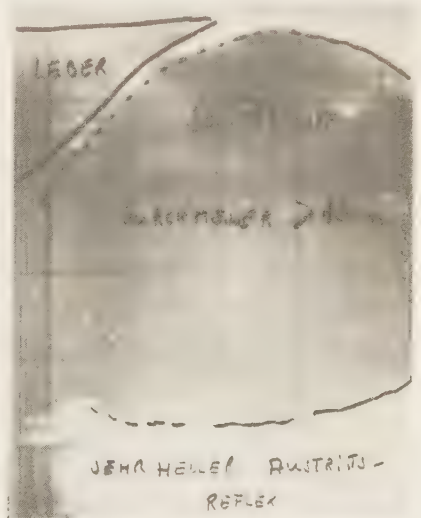
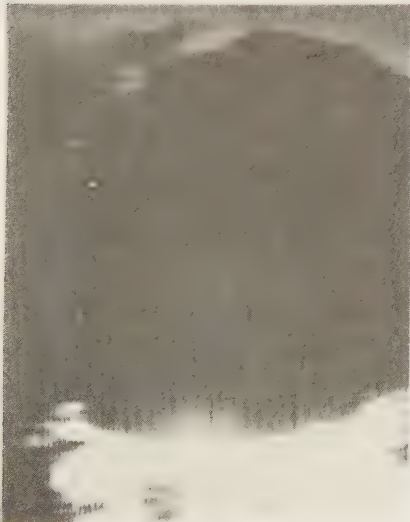
1.4. Veränderung von Nierenkontur und -form

Durch die Reflexion von Ultraschall an Grenzflächen können Organkonturen beurteilt werden.

Von der normalen, glatten Nierenkontur abweichende Befunde erhält man bei

- embryonaler Lappung
- Cystennieren (siehe oben)
- Sacknieren (unförmige Gebilde mit Binnenreflexfreiheit)
- Doppelnieren (miteinander verschmolzene typische Nierenstrukturen mit Abgrenzbarkeit gegeneinander).
- Hufeisenniere (siehe oben)
- transplantierte Nieren bei Abstoßung (pralle Form - siehe auch Verlaufskontrollen)
- transplantierte Nieren bei Zustand nach Ruptur
- Nierenteilresektion
- Hydronephrose
- entzündliche Veränderungen mit narbigen Einziehungen
- Solitärzysten
- malignen Tumoren.

Abbildung 14 zeigt große Solitärzyste der rechten Niere bei einem 74-jährigen Patienten (durch Sektion bestätigt - der Patient kam an den Folgen eines metastasierenden Magen-Ca ad exitum).



Auf Abb. 14 deutlich zu sehen sind die durch die große Solitärzyste der rechten Niere völlig aufgehobene Struktur und atypische Kontur des Organs, sowie die drei wichtigen Kriterien für eine Zyste (fast ideal runde Form, völlige Binnenreflexfreiheit und sehr heller, nachfolgender Austrittsreflex).

1.5. Den Parenchymsaum betreffende Veränderungen

a) Gleichförmige Veränderungen - betreffen den gesamten Parenchymsaum.

a1) Zunahme der Parenchymsaumdicke (normal 1,5 - 2 cm).

Vorkommend bei:

- akutem Nierenversagen
- Plasmocytom
- manchen Verlaufsformen der Glomerulonephritis
- Abstoßungskrisen bei transplantierten Nieren.

Diese Veränderungen gehen mit einer Größenzunahme der gesamten Niere einher und wurden im Kapitel 1.3 (Veränderungen der Nierengröße) besprochen.

a2) Abnahme der Parenchymsaumdicke (unter 1,5 cm).

Vorkommend bei:

- Nierendysplasie
- chronisch entzündliche Nierenerkrankungen wie chronischer GN, chronischer PN, Phenacetinniere, Nierentuberkulose und Amyloidniere. Auch diese Veränderungen wurden im Kapitel 1.3 (Veränderungen der Nierengröße besprochen).

Hier sind Grenzbefunde zwar schwer zu beurteilen, können jedoch aussagekräftig sein.

Beispiel:

Abbildung 15 zeigt die noch normal große linke Niere eines 40-jährigen Patienten mit histologisch gesicherter

chronischer mesangial proliferativer Glomerulonephritis. Die Parenchymsaumdicke liegt hier knapp über 1,0 cm (untere Normgrenze 1,5 cm). Im e.v.-Pyelogramm fand sich eine flauere Ausscheidung. Im Isotopennephrogramm war eine herabgesetzte Nierenfunktion nachzuweisen. Die Kreatinin-Clearance betrug 55 ml/min.

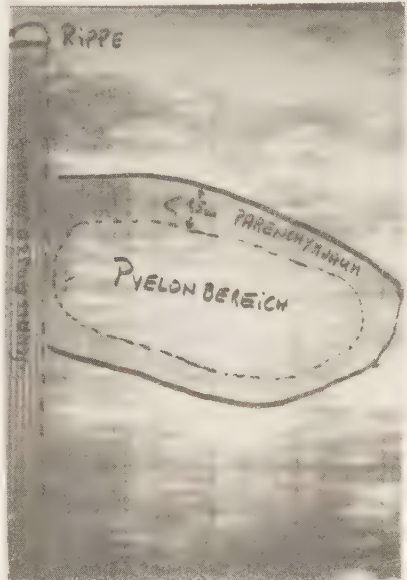


Abb. 15: Linke Niere eines 40-jährigen Patienten mit chronischer GN (Beschreibung siehe oben)

- b) Circumscripte Veränderungen - d.h. Veränderungen des Parenchymsaumes, die nur einen kleinen Teil des Parenchymsaumes betreffen. Hierher gehören Solitärzysten, entzündliche- und maligne Tumoren und narbige Veränderungen.

In dieses Kapitel gehört die wichtige Differentialdiagnose von Cyste und malignem Tumor.

Eine typische, mit seriöser Flüssigkeit gefüllte Cyste ist durch ihre runde Kontur, ihre völlige Binnenreflexfreiheit und den sehr hellen Austrittsreflex deutlich von einem malignen Tumor zu differenzieren, als dessen Characteristica ein lockeres Binnenreflexmuster, polycyclische Begrenzung und das Fehlen des hellen Austrittsreflexes gelten.

Tabelle II: Differentialdiagnose Nierencyste-maligner Tumor der Niere.

	Cyste	Malignom
Form	rund	polycyclisch
Reflexmuster	völlige Binnenreflexfreiheit	lockeres Binnenreflexmuster. (meist regelmäßig)
Austrittsreflex	sehr hell	mäßig hell

Fehlt eines der drei typischen Kriterien für Cyste, so kann ein Malignom nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Abbildung 16 - 19 soll diese diagnostische Problematik verdeutlichen.

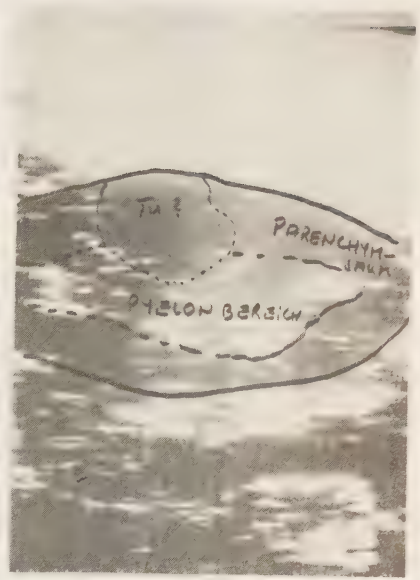


Abb. 16: Längsschnitt durch die linke Niere eines 55-jährigen Mannes (Beschreibung siehe Text)

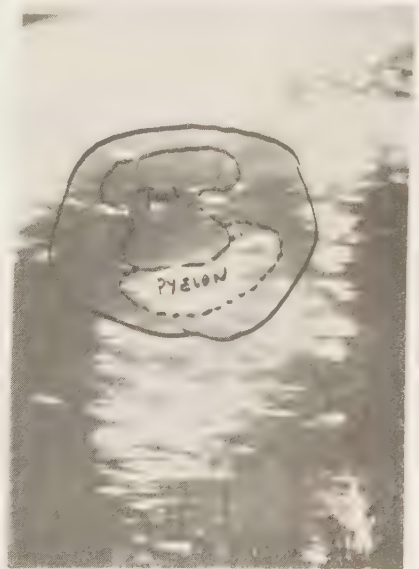


Abb. 17: Querschnitt durch obige Niere (oberhalb Nierenmitte)



Abb. 18: I.v.-Pyelogramm: Linke Niere eines 55-jährigen Patienten mit walnußgroßer polycyclisch begrenzter Höhle oberhalb der Nierenmitte.



Abb. 19: Renovasogramm: Obiger Patient - vgl. den Befund in der linken Niere mit den Abbildungen 16 - 18.

Abbildung 16 und 17 zeigen Ultraschallschnittbilder der linken Niere eines 55-jährigen Patienten im Längs- und Querschnitt. Der Patient wurde wegen einer Makrohaematurie und Verdacht auf Hypernephrom stationär aufgenommen. Die Ultraschall-Schnittbilder zeigen oberhalb der Mitte der linken Niere, etwas dorsal gelegen, eine ovale, nicht ganz glatt begrenzte Formation mit lockerem, diffusem Binnenreflexmuster und fehlendem Austrittsreflex. Diese Struktur verdrängt den Pyelonreflex deutlich nach ventral. Aufgrund dieses Bildes (es fehlen alle 3 typischen Kriterien für eine Cyste) wird der Verdacht auf malignen- oder entzündlichen Tumor geäußert. Das i.v.-Pyelogramm (Abb. 18) zeigt eine walnußgroße polycyclisch begrenzte Höhle oberhalb der Nierenmitte. Das Renovasogramm (Abb. 19) zeigt ebenfalls ein unregelmäßig begrenztes Cavum an der selben Stelle. Aufgrund der Röntgenbefunde ergaben sich keine therapeutischen Konsequenzen. Vom Ultraschall-Schnittbildbefund allein her hätte Operationsindikation bestanden.

Außer Cysten und Tumoren können narbige Residuen den Parenchymsaum circumscripirt verändern.

Abbildung 20 zeigt die linke Niere eines 27-jährigen Patienten mit Amyloidose.

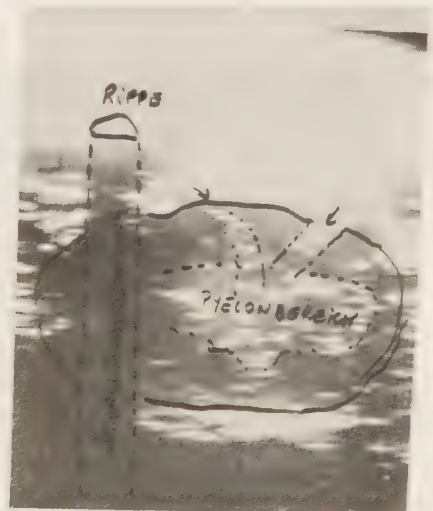


Abb. 20

Dieser Patient war vor 4 Jahren bereits zweimal nierenbiopsiert worden. Die vom Pyelonbereich radiär zum Rand des Parenchymsaum ausstrahlenden "Reflexstraßen" entsprechen mit großer Wahrscheinlichkeit narbigen Residuen nach Nierenpunktion.

1.6. Veränderungen des Pyelonreflexes

In Abweichung von einem normalen, homogen strukturierten glatt gegen den Parenchymsaum abgrenzbaren Pyelonreflex, gibt es hier Veränderungen mit deutlichem -, Veränderungen mit geringem- und Veränderungen mit noch nicht ganz geklärtem Krankheitswert.

a) Eine Veränderung mit geringem Krankheitswert (Locus minoris resistentiae)- ist das doppelt angelegte Nierenbecken. Im Ultraschallschnittbild können wir zwei, durch eine Parenchymbrücke voneinander getrennte, homogene, gut abgrenzbare Pyelonreflexe dargestellt werden (Abb.21).

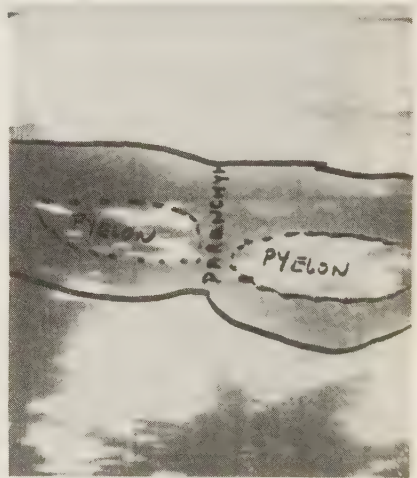
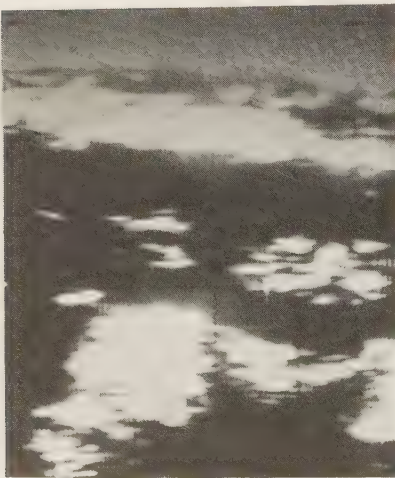


Abb. 21: Doppelniere links bei einer 15-jährigen Patientin mit Pseudo-Bartter-Syndrom.

Eine ebenfalls benigne Veränderung ist die Pyelektasie, die dann mit dem Ultraschallschnittbildverfahren diagnostiziert werden kann, wenn beim nierengesunden Patienten im Verlauf von mehreren Kontrolluntersuchungen eine schmale, längliche, reflexfreie Zone (Flüssigkeit) inmitten des Pyelonreflexes darzustellen ist. Charakteristisch ist eine Schwenkung der Breitenausdehnung dieser reflexfreien Zonen.

Abbildung 22 zeigt das Ultraschall-Schnittbild einer - auch röntgenologisch nachgewiesenen Pyelektasie der rechten Niere bei einem 26-jährigen nierengesunden Patienten.

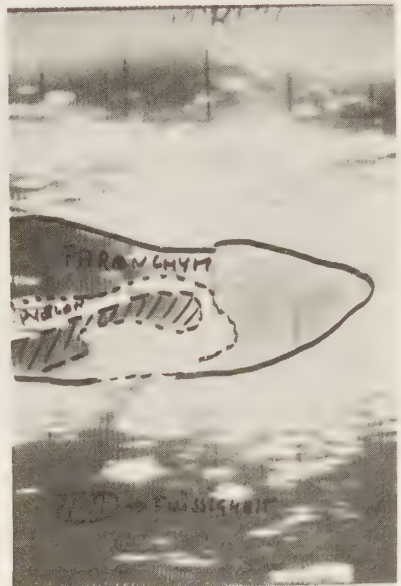
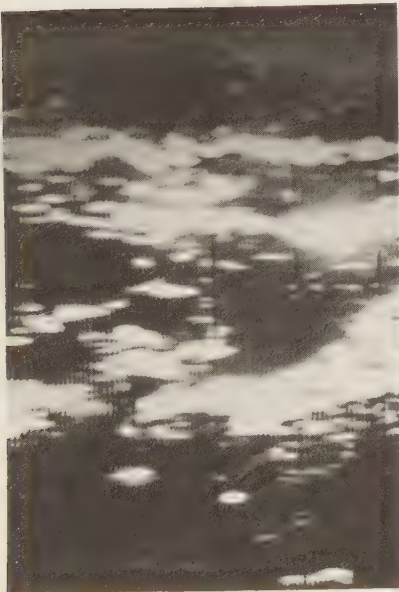


Abb. 22

b) Veränderungen mit Krankheitswert.

b1) Der akute Flüssigkeitsstau.

Hier wird der Pyelonreflex durch eine deutliche reflexfreie Zone in 2 schmale helle Streifen geteilt, und erscheint an den Parenchymsaum gedrängt. Wichtig für die Differenzierung des akuten Aufstaus von der Hydronephrose ist die normale Dicke des Parenchymsaumes.

Abbildung 23 zeigt die rechte Niere eines 22-jährigen Patienten im Querschnitt. Ein tiefsitzender, schnell gewachsener, retroperitonealer Tumor führte durch Kompression der Ureteren zu völliger Anurie mit erheblichem akutem Flüssigkeitsrückstau ins Nierenbecken.

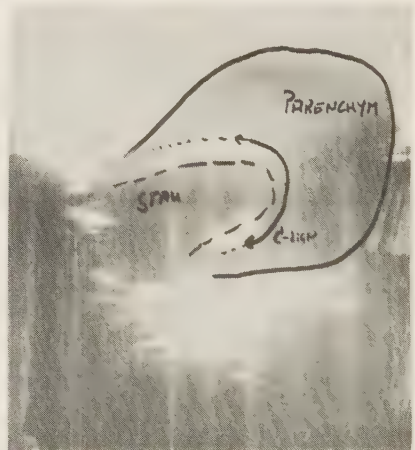
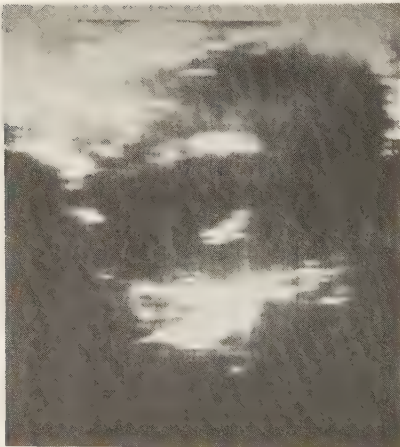


Abb. 23: Querschnitt durch die rechte Niere eines 22-jährigen Patienten mit akuter, totaler Obstruktion der Harnleiter. Parenchymsaumdicke normal. Der Flüssigkeitsstau im Pylonbereich wird von einem C-förmigen hellen Reflex markiert. (sog. C-sign).

Das zur Abbildung 23 gehörige i.v.-Pyelogramm (Abb. 24) zeigt bds. normal große Nieren mit erheblich dilatiertem Hohlraumsystem. Die Harnblase ist eine Stunde nach Kontrastmittel noch völlig leer.

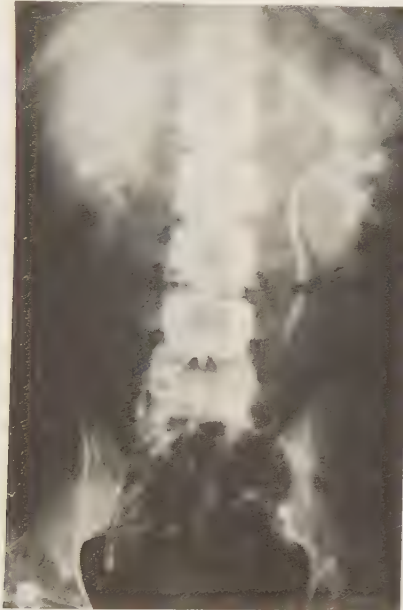


Abb. 24: Siehe oben

b2) Die Hydronephrose als Endstadium eines langdauernden Flüssigkeitsstaus im Pyelonbereich wird im Ultraschallschnittbild erkannt durch eine ausgedehnte, unförmig erscheinende reflexfreie Zone im Zentrum der Niere, bei der das ursprüngliche Strukturmuster fehlt. Um diese reflexfreie Zone herum ist ein oft hochgradig verschmälelter Parenchymsaum zu erkennen.

Abb. 25 zeigt die völlig hydronephrotisch destruierte linke Niere einer 34-jährigen Patientin im Längsschnitt (der Befund wurde operativ bestätigt).

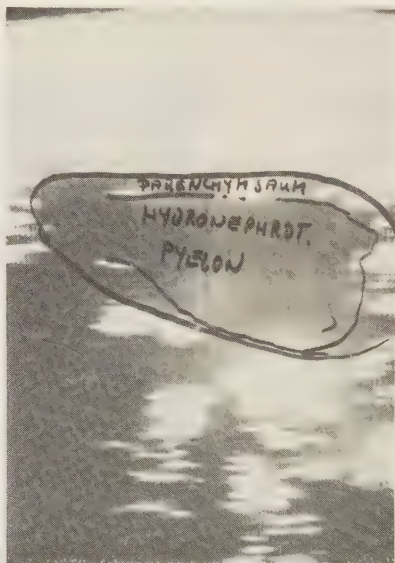
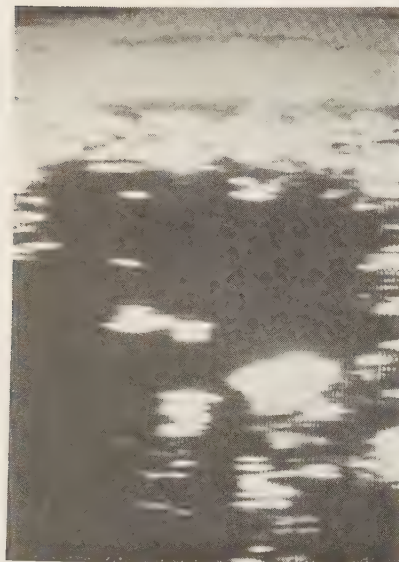


Abb. 25: Siehe oben

b3) Konkreme im Pylonbereich besitzen im Vergleich zu den umgebenden Strukturen einen vielfach höheren Schallwellenwiderstand, sodaß der Reflektionsfaktor an der Grenzfläche Konkrement-Umgebung zwischen 90 und 100 % liegt. Dies bedeutet praktisch Totalreflektion. Auf dem Bildschirm ist also ein sehr heller Konkrementreflex zu sehen, der, je nach Größe des Konkrementes eine mehr oder weniger deutliche periphere Schallauslöschzone hervorruft.

Abbildung 26 zeigt die röntgenologisch stumme Niere einer 62-jährigen Diabetikerin im Längsschnitt. Die Nierenkontur ist nicht mehr ganz glatt, der Pylonreflex erscheint völlig verwaschen und aufgelöst. Im Bereich des caudalen Poles sind drei helle Konkrementreflexe dargestellt, die z.T. feine, nachfolgende Auslöschzonen erkennen lassen.

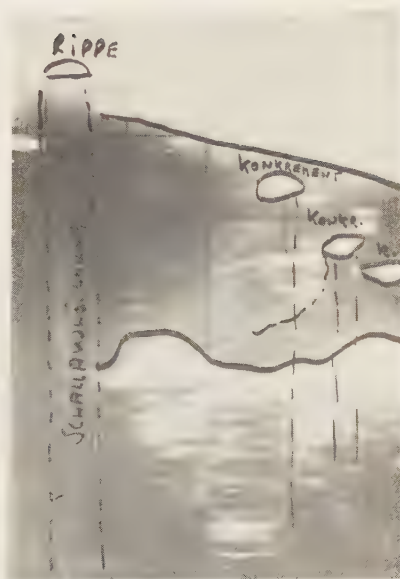


Abb. 26: Siehe oben

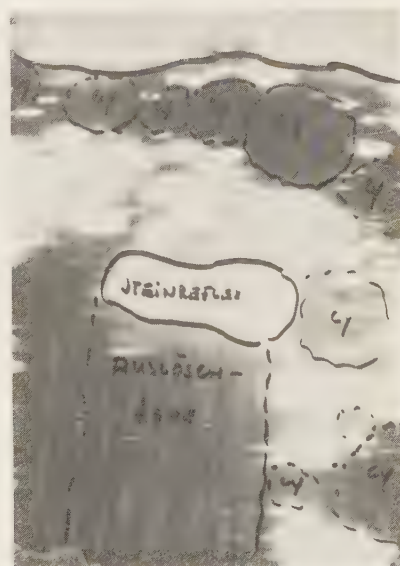


Abb. 27: Cystenniere mit Ausgußstein.
(Siehe Text)

Abbildung 27 zeigt die Reflexstruktur eines großen Ausgußsteines mit deutlicher nachfolgender Schallauslöschung in einer großen Cystenniere rechts - vergleiche mit dem schattengebenden Konkrement im Bereich des rechten Nierenlagers im Nierenleertomogramm (Abb. 28).

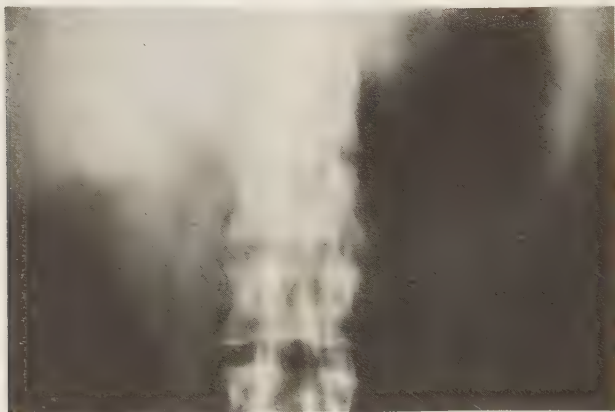


Abb. 28: Siehe oben

c) Veränderungen des Pylonreflexes mit noch nicht ganz geklärtem Krankheitswert.

Bei der normalen Niere erscheint der Pylonreflex, wie oben erwähnt, homogen und gut gegen den Parenchymsaum abgrenzbar.

Bei einem Teil der untersuchten Patienten unseres Kollektivs fanden wir Veränderungen des Pylonreflexes, die man als verwaschen oder gesplittert bezeichnen kann, d.h. die Lichtpunkte des Reflexes erscheinen bald schwach und flau, bald verstreut in einzelnen Gruppen zusammengefasst, ohne daß ein für Stau oder Konkreme typisches Bild entsteht. Außerdem erscheint in diesen Fällen der Pylonreflex oft nicht glatt gegen den Parenchymsaum abgrenzbar.

Diese Veränderungen finden sich auffallend häufig bei PN. Um die diagnostische Wertigkeit festzulegen, sind noch größere Untersuchungsreihen nötig.

1.7. Veränderungen der unmittelbaren Umgebung der Nieren

Kurzfristig entstandene Veränderungen der unmittelbaren Umgebung der Nieren (z.B. Haematome nach Nierenbiopsie der Nierenruptur) können mit dem Ultraschallschnittbildverfahren wie mit keiner anderen Methode rasch beurteilt und beliebig oft kontrolliert werden.

Abbildung 29 zeigt die linke Niere eines 31-jährigen Patienten mit mesangial-proliferativer GN im Längsschnitt. Der Patient klagte am Tage nach der transcutanen Nierenbiopsie über z.T. atemabhängige stechende Schmerzen in der linken Flanke. Es bestand Makrohaematurie. Das Ultraschallschnittbild zeigt dorsal an den Parenchymsaum anschließend, eine unregelmäßig konturierte, reflexarme Erhebung, die einem perirenalem Haematom entspricht.

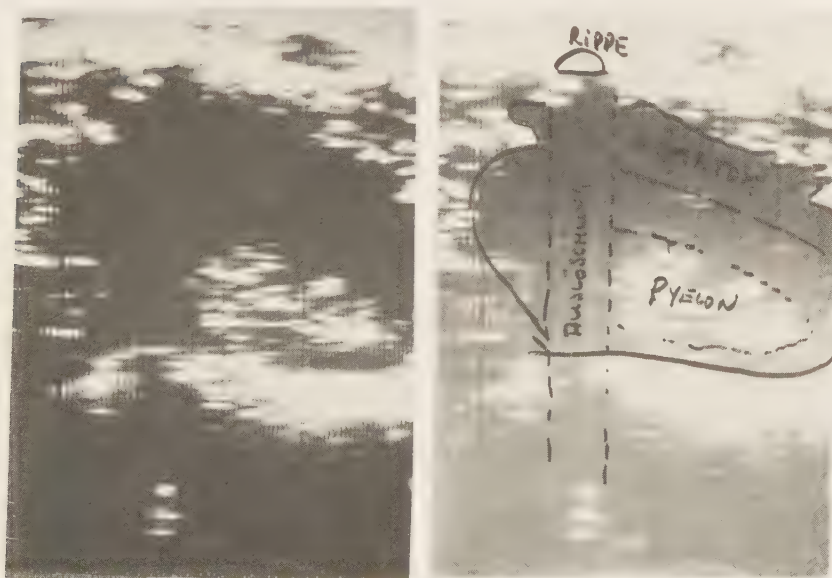


Abb. 29: Siehe oben

1.8. Organbeweglichkeit

Dank des schnellen Bildaufbaues kann die zu untersuchende Region 15 - 16 mal pro Sekunde von einem Schallbündel abgetastet werden, was die Beurteilung der normalen Organbeweglichkeit der Nieren erlaubt. Die Nieren verschieben sich bei In- und Expiration, je nach Alter und respiratorischer Funktion um 2 - 6 cm nach caudal. Bei perirenenalen Prozessen ist die Atemverschieblichkeit oft eingeschränkt bis ganz aufgehoben. Bei Ren mobilis wird während der Untersuchung im Stehen ein Absinken der betroffenen Niere weit über die Norm beobachtet. Es kommt vor, daß die Niere im Stehen vollkommen unter der Beckenschaukel verschwindet und von dorsal nicht mehr darzustellen ist.

Zusammenfassend können folgende diagnostischen Kriterien bei der Ultraschallschnittbilduntersuchung der Nieren genannt werden:

- a) Topographische Bestimmung der Nieren und Abgrenzung von benachbarten Organen - oder Prozessen. Genaue Lokalisation von circumscribten Veränderungen innerhalb der Nieren, wenn diese einen Durchmesser von über 1 cm besitzen.
Genaue Lokalisation des caudalen Nierenpols mit Tiefenbestimmung bei Nierenpunktion.
- b) Nierengröße, wobei kurzfristige Veränderungen (wie z.B. bei Abstoßungskrisen von Transplantatnieren) erkannt und kontrolliert werden können.
- c) Form und Kontur - hierher gehört die Differentialdiagnose von Nierentumoren. (Cyste, entzündlicher Tumor, Malignom).

- d) Parenchymsaum, eine reflexarme Zone, die der Rinden-
substanz und dem Nierenmark entspricht.
- e) Pyelonreflex, der den Bereich des Kelchsystems und
die Reflexe der dort verlaufenden größeren Gefäße
darstellt.
- f) Organbeweglichkeit, vor allem Atemverschieblichkeit
und starkes Absinken der Nieren (ren mobilis) bei
der Untersuchung im Stehen können beurteilt werden.
- g) Die Umgebung der Nieren - außer der Abgrenzung gegen
nahegelegene Organe und Prozesse, können z.B. Haematome
nach Nierenpunktion oder Nierenruptur erkannt werden.

2. Verlaufsbeobachtungen

Aufgrund der biologischen Unschädlichkeit ist das Ultraschallschnittbildverfahren eine geeignete Methode für Verlaufskontrollen.

2.1. Verlaufskontrollen nach Nierentransplantation

a1)

Abbildung 30 - 33 zeigen den zeitlich etwas gerafften Verlauf einer Abstoßungskrise bei einer 18-jährigen Patientin, bei der die transplantierte Niere schließlich wieder entfernt werden musste. Die Niere befand sich in der rechten fossa iliaca und ist auf den Bildern jeweils im selben Längsschnitt dargestellt.

Abb. 30: Transplantierte Niere am 6. postoperativen Tag. Gute Funktion. Ausscheidung 2,6 l/die. Hier erscheint die Niere schlank, Pyelonreflex homogen, gut abgrenzbar und entfaltet. Parenchymsaumdicke 1,5 - 2 cm. Rückgang der Serum-Retentionswerte. Patientin ist fieberfrei.

Abb. 31: 7. postoperativer Tag. Untersuchung um 7.00 Uhr früh. Zunahme der Parenchymsaumdicke auf 2 cm. Pyelonreflex nicht mehr so gut entfaltet wie am Vortag. Am Nachmittag tritt Fieber auf (bis 38,2° C). Die Tagesausscheidung geht etwas zurück.

Abb. 32: 8. postoperativer Tag. Untersuchung um 10.00 Uhr. Die Niere erscheint deutlich plumper und größer, die Parenchymsaumdicke beträgt bis 2,5 cm. Der Pyelonreflex ist schlecht entfaltet. Die Urinausscheidung geht deutlich zurück, die Serum-Retentionswerte zeigen steigende Tendenz. Therapie 1 g Urbason. Kein Fieber.

Abb. 33: 9. postoperativer Tag. Weitere Zunahme der Nierengröße und der Parenchymsaumdicke. Ausscheidung minimal. Die Serum-Retentionswerte steigen rasch. Temperatur 38° C. Das zuletzt dargestellte Bild (Abb. 33) änderte sich nicht mehr. 14 Tage nach der Transplantation musste das Organ wieder entfernt werden, da weder Cortison und Imurek, noch Anti-Lymphocytenglobulin und Bestrahlung die Abstoßung abwenden konnten.

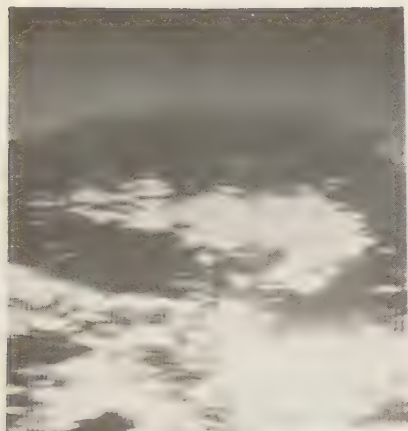


Abb. 30

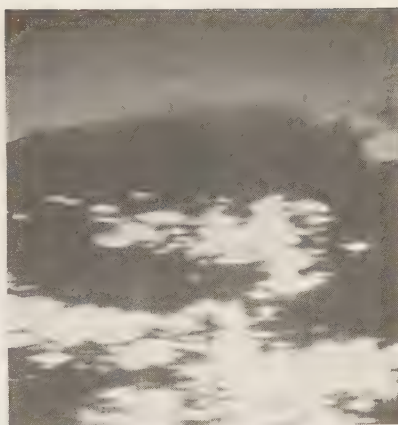


Abb. 31

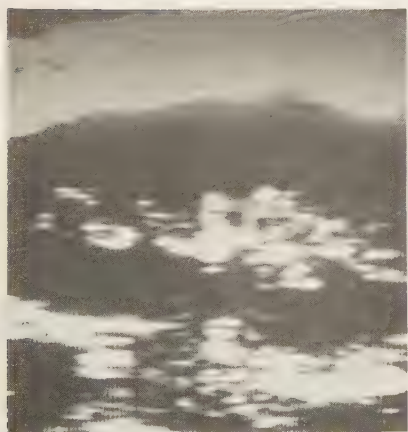


Abb. 32



Abb. 33

Abbildung 34 - 36 zeigen einen günstigen Verlauf bei einer 24-jährigen Patientin. Zustand nach Nierentransplantation mit anfänglichem Flüssigkeitsrückstau ins Nierenbecken.

Abb. 34: Große plumpe Niere am 6. postoperativen Tag nach Entfernung der Ureterschiene. Bei gefüllter Harnblase kommt es zu einem deutlichen Flüssigkeitsrückstau in den Pyelonbereich der transplantierten Niere.

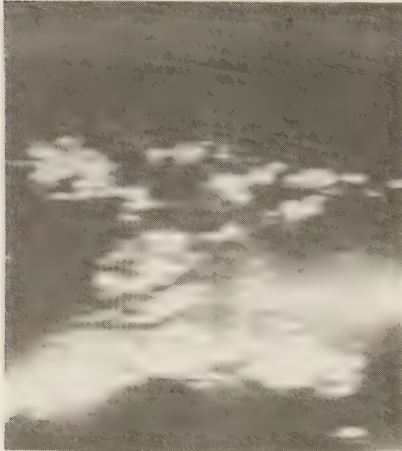


Abb. 34: Siehe oben

Abbildung 35: Kontrolluntersuchung 10 Minuten später nach Entleerung von 200 ml Harn.

Es zeigt sich keine deutliche Abnahme des Rückstaus in den Pyelonbereich (Verschmierung der dunklen, reflexfreien Zone, die den ganzen Pyelonreflex durchleuchtet).

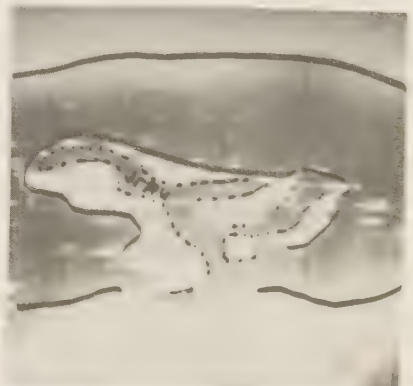


Abb. 35: Siehe oben

Abbildung 36: Kontrolle 3 Monate später. Die gut funktionierende Transplantatniere hat deutlich an Größe abgenommen. Jetzt ist auch bei voller Harnblase ein Rückstau ins Nierenbecken nicht mehr festzustellen.

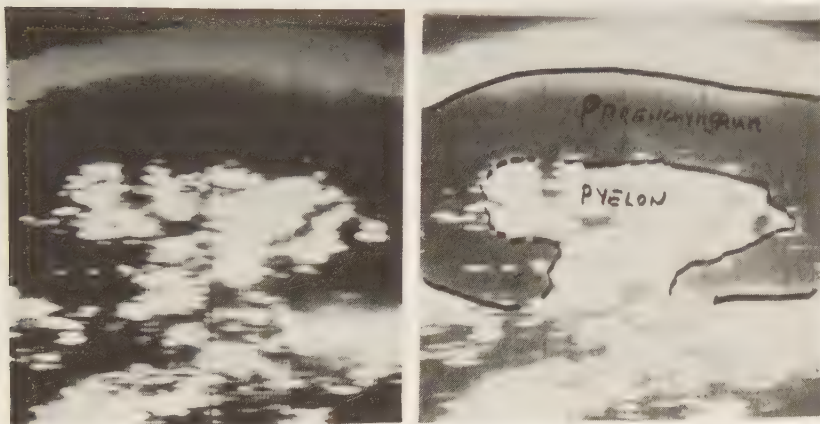


Abb. 36: Siehe oben

Abbildung 37 - 39 zeigen die Ausbildung eines pararenalen Seroms während einer Abstoßungskrise mit beginnender Nierenruptur (41-jährige Frau).

Abbildung 37: Plumpe Niere mit dickem Parenchymsaum und schlecht entfaltetem Pyelonreflex 3 Tage vor Transplantatentnahme. Ventral der Nierenmitte kann ein kleiner reflexfreier Bezirk dargestellt werden, der mit einem dünnen Ausläufer an die Nierenoberfläche grenzt.



Abb. 37: Siehe oben

Abbildung 38: Zwei Tage vor Transplantatentnahme - leichte Vergrößerung des Seroms.

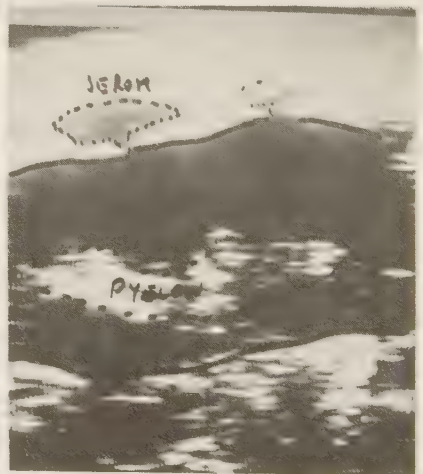


Abb. 38: Siehe oben

Abb. 39: Weitere Vergrößerung des Seroms am Tag vor der Transplantentnahme. Bei Inspektion der Niere nach Explantation zeigte sich eine Ruptur in diesem Bereich.

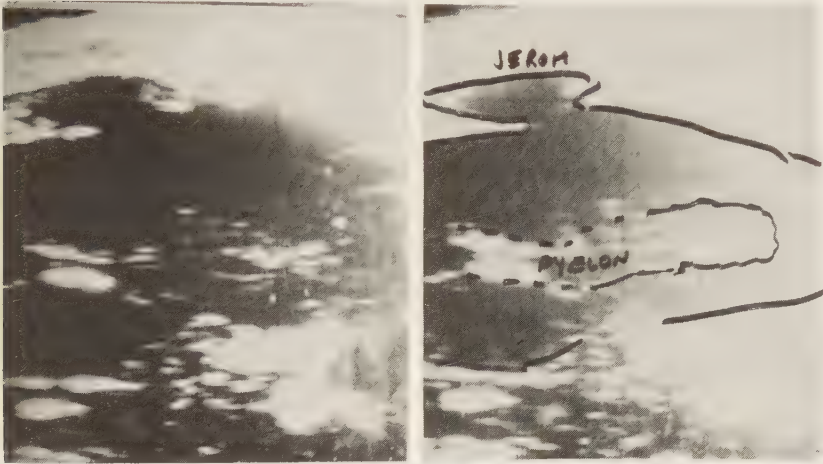


Abb. 39: Siehe oben

2.2. Verlaufskontrollen bei Abflußhindernissen

Bei einer 34-jährigen Patientin kommt es während der ersten Schwangerschaft zu starkem Druckgefühl und Schmerzen im Bereich der Nierenlager. Abbildung 40 zeigt die rechte Niere dieser Patientin in der 22. Schwangerschaftswoche (Längsschnitt). Bei der normal großen Niere mit regelrechtem Parenchymsaum ist der Pyelonreflex in zwei streifenförmige Komponenten geteilt, die von einer länglichen, binnenreflexfreien, bis zu 2 cm breiten Zone auseinander gedrängt erscheinen. Diese Zone entspricht einem erheblichen Flüssigkeitsstau.

Abbildung 41 zeigt dieselbe Niere selbiger Patientin 2 Monate nach Entbindung. Jetzt liegen völlig normale Verhältnisse vor. Der Pyelonreflex ist homogen und glatt gegen den Parenchymsaum abgrenzbar, Nierengröße und -kontur sind regelrecht.

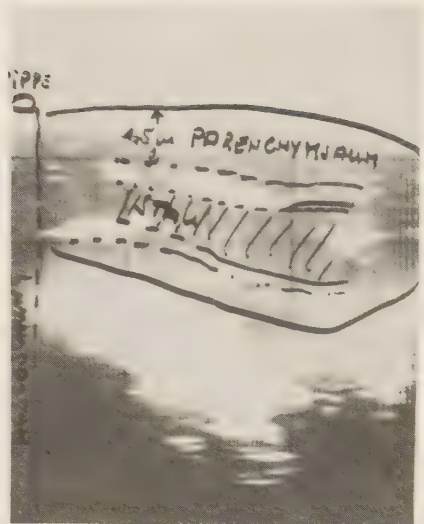


Abb. 42: Test steine oben

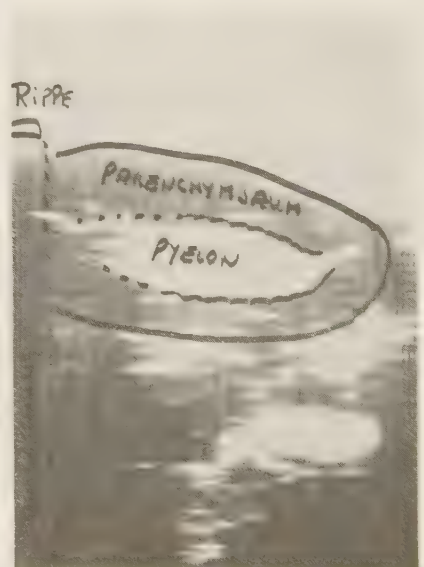


Abb. 43: Test steine oben

Bei einer 19-jährigen Pflegehelferin treten während des Nachtdienstes kolikartige, in die Leiste ausstrahlende Schmerzen links auf. Bei der Ultraschallschnittbilduntersuchung wird ein geringer Flüssigkeitsstau im Pylonbereich der linken Niere dargestellt (Abb. 42), die rechte Niere ist unauffällig. Am selben Morgen kommt es bei Miktio zum Steinabgang. Bei der Untersuchung am darauffolgenden Tage finden sich normale Verhältnisse (Abb. 43). Auch das jetzt durchgeführte i.v.-Pyelogramm zeigt keinerlei pathologische Veränderungen. Eine Objektivierung der Nephrolithiasis war in diesem Falle nur durch das Ultraschallschnittbildverfahren möglich.

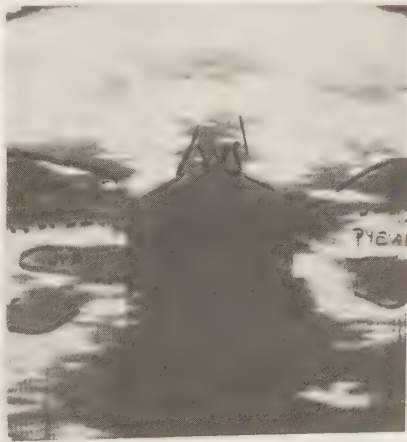


Abb. 42: Siehe oben.

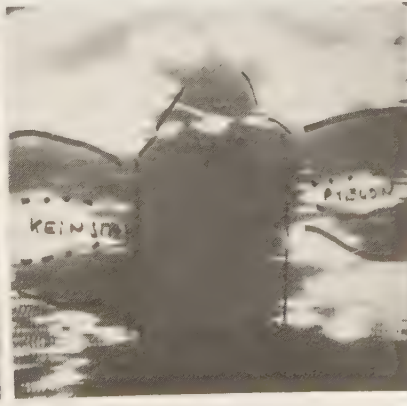
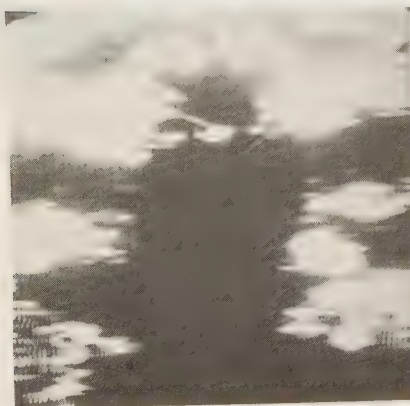


Abb. 43: Siehe oben

2.3. Akutes Nierenversagen

Ein 58-jähriger Patient wird mit einer hochfieberhaften Bronchopneumonie bds. und einer Anämie von 7,7 g% Hb stationär aufgenommen. Seit 2 Tagen besteht eine Oligo-Anurie von 200 ml/die. Mit Hilfe der Ultraschallschnittbilduntersuchung soll zunächst differenziert werden, ob es sich um ein postrenales Hindernis, um ein durch den Infekt induziertes Terminalstadium einer chronischen Nierenerkrankung oder um ein akutes Nierenversagen im Rahmen der schweren Pneumonie handelt. Im Ultraschallschnittbild werden bds. große, plumpe, prall wirkende Nieren mit erheblich verdicktem Parenchymsaum und schlecht entfaltetem Pyelonreflex dargestellt (Abb. 44).

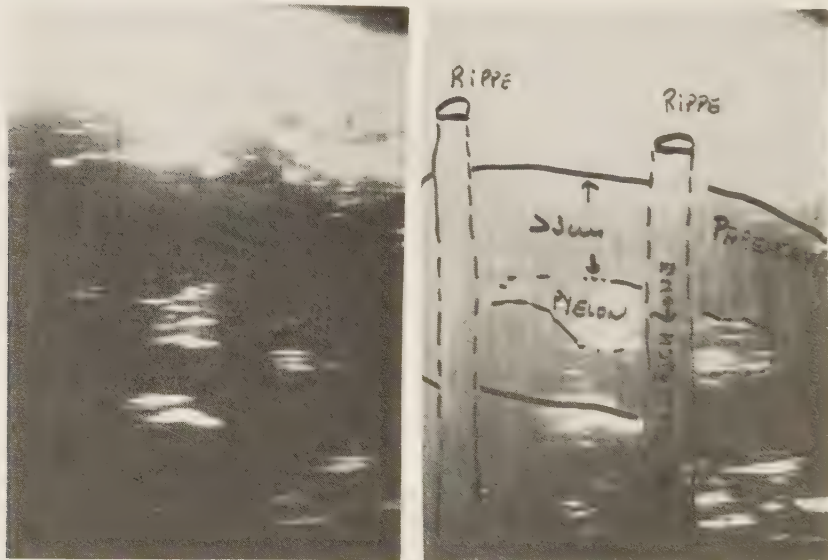


Abb. 44: Rechte Niere im Längsschnitt. Beschreibung siehe oben

Diagnose: Akutes Nierenversagen.

Der Patient bekommt einen Scribner-Shunt und wird täglich 5 - 6 Stunden haemodialysiert. 10 Tage später beginnt die Polyurie. Weitere 9 Tage später beträgt das Serum-Kreatinin 1,4 mg% (anfangs 10 mg%). Der Patient wird seit 1 Woche nicht mehr dialysiert. Bei der jetzigen Kontrolluntersuchung zeigt sich eine deutliche Abnahme der Nierengröße. Die Niere erscheint noch etwas plump, die Parenchymsaumdicke liegt an der oberen Normgrenze, der Pyelonreflex ist besser entfaltet (Abb. 45).

Weitere 5 Tage später wird der Patient in hausärztliche Betreuung entlassen.

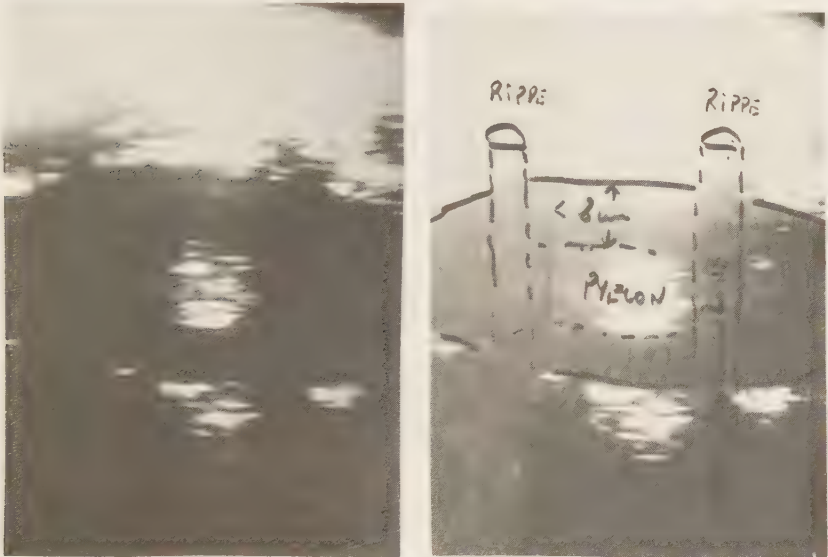


Abb. 45: Rechte Niere im Längsschnitt. Beschreibung siehe oben.

2.4. Verlaufsbeobachtung bei Cystennieren.

Ein 52-jähriger Patient mit Cystenniere (Restniere rechts) wird wegen Gewichtsabnahme und Anstieg der Retentionswerte auf einer chirurgischen Station aufgenommen. Differentialdiagnostisch werden Malignom und entzündliche Veränderungen der Cystenniere erwogen. Sonographisch wird eine große rechte Cystenniere dargestellt (Abb. 46) - Untersuchung in Rückenlage mit seitlichem Aufsetzen des Schallkopfes. Im caudalen Teil der Niere lässt sich ein rundlicher Bezirk mit 2 cm Durchmesser darstellen, dessen grobes unregelmäßiges Reflexmuster am ehesten für einen entzündlichen Tumor spricht. Wegen der schwierigen Differentialdiagnose wird jedoch eine Arteriographie vorgeschlagen und durchgeführt, bei welcher kein Anhalt für Malignom gefunden wird. Der Patient wird wegen weiterer Gewichtsabnahme dennoch laparotomiert. Bei der Schnellschnittuntersuchung entsteht die Diagnose maligner Tumor. Im Operationspräparat werden dann allerdings nur entzündliche Veränderungen gefunden. Dies zeigt die begrenzte Leistungsfähigkeit auch dieser Methode.

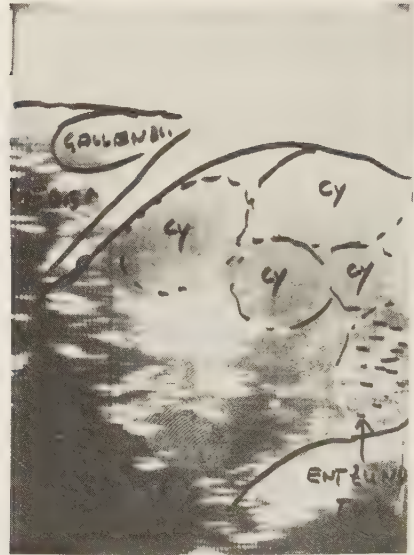


Abb. 46: Entzündlich veränderte Cystenniere rechts einer 52-jährigen Patientin. Beschreibung siehe oben.

Das Ultraschall-Schnittbildverfahren ist geeignet zu Verlaufskontrollen bei

- Zustand nach Nierentransplantation - hier können der Verlauf und Abstoßungskrisen objektiviert und dokumentiert werden, Abflußhindernisse erkannt - und perirenale Flüssigkeitsansammlungen (z.B. nach Ruptur) festgestellt werden.
- Zu- und Abnahme von Flüssigkeitsansammlungen im Nierenbeckenbereich bei postrenalen Abflußhindernissen und deren Beseitigung.
- nach akutem Nierenversagen - hier kann der Rückgang der Nierengröße und der Parenchymsaumdicke diagnostisch und prognostisch verwertet werden.
- Patienten mit Cystennieren - für Veränderungen bei längerfristigen regelmäßigen Kontrollen, um bei Bedarf eine weitere Diagnostik einzuleiten.

- außerdem ist es möglich, postoperative Kontrollen nach Nierenbeckenplastik, Pyelolithotomie oder einseitiger Nephrektomie durchzuführen und einerseits den Operationserfolg mit zu objektivieren oder andererseits die physiologische Vergrößerung der Restniere zu verfolgen.

Diskussion

Die Ultraschalluntersuchung des Abdomens mit dem schnellen B-scan wurde von Rettenmeier und Lutz ausführlich beschrieben (32,33,38,39).

Als Hauptanwendungsgebiet der Sonographie bei der Nierendiagnostik wurden bisher die Darstellung röntgenologisch stummer Nieren und die Erkennung raumfordernder Prozesse, insbesondere die Differentialdiagnose zwischen Cyste und Tumor angegeben.

Die meisten Autoren verwenden den langsamen B-scan (compound-scan) (1,2,3,7,8,16,18,21,23,24,27,29,34,36,39a,41,42,43).

Lediglich Lutz und Petzold geben eine kurze Übersicht über die Möglichkeiten der Nierendiagnostik mit dem schnellen B-scan (30).

Die eigenen Untersuchungen wurden ebenfalls mit dem schnellen B-scan durchgeführt.

Die Synopsis unserer Ergebnisse (Tab. 3) zeigt eine Übersicht der diagnostischen Anwendbarkeit dieser Methode. Dabei wird die Ultraschalldiagnose anhand der klinischen Diagnose und der weiteren Befunde kontrolliert.

Tabelle 3

Klinische Diagnose	Zahl	Ultraschall-Diagnose	Zahl	Abweichung
Chronische Niereninsuffizienz (Stadium der kompensierten Retention und terminales Stadium)	55	Deutliche Verkleinerung der Nieren mit Verschmälerung des Parenchymsaums	50	In 5 Fällen keine Darstellbarkeit der Nieren im Ultraschallschnittbild *)
Cystennieren	24	Cystennieren	24	Keine
Nephrolithiasis	14	Nephrolithiasis	17	Einmal Luftblasen nach retrograder Pyelographie **) Zweimal kein Konkrementnachweis mit anderen Methoden

Forts. Tab. 3:

Klinische Diagnose	Zahl	Ultraschall-Diagnose	Zahl	Abweichung
Stauungsniere (6 akute Stauungen, 5 Hydronephrosen, 2 Fehlbildungen, 2 Pyelektasien)	15	Flüssigkeitsstau im Pyelon-Bereich	19	Zweimal war nach Steinabgang röntgenolog. keine Stauung mehr nachweisbar. Zweimal kein Anhalt für Stau mit anderen Methoden bei schlechten Untersuchungsbedingungen mit dem Ultraschallverfahren (erheblich. Adipositas der Patienten)
Vergrößerte Nieren bei akuter GN (2 mal), Einnierigkeit (7 mal), akutem Nierenversagen (4 mal)	13	Vergrößerte Nieren mit verbreitertem Parenchymsaum	15	In 2 Fällen war keine weitere Abklärung erfolgt
Solitärzysten (als Nebenfund)	6	Solitärzysten	6	Keine
Raumforderung (Cysten angenommen) 1 mal Nieren-TBC 1 mal Kaverne unklarer Genese	2			In einem Fall musste Tumordverdacht ausgesprochen werden, da die etwas vergrößerte Milz nicht exakt vom links oberen Nierenpol getrennt werden konnte
Ren mobilis	3	Ren mobilis	3	Keine
Nieren mit eingeschränkter Leistungsbreite (2 mal chronische Glomerulonephritis, 1 mal chronische Pyelonephritis)	3	Verschlärter Parenchymsaum bei normal großen Nieren		Keine

*) In den 5 Fällen, in denen die Nieren mit dem Ultraschallschnittbildverfahren nicht darstellbar waren, handelt es sich um Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz und extrem verkleinerten und deformierten Nieren, die auch röntgenologisch nicht darzustellen waren. Die Ultraschallschnittbildmethode

zeigte sich jedoch der Methode des Nierenleertomogramms überlegen:

Bei 55 Patienten mit sehr kleinen Nieren konnten diese in 50 Fällen sonographisch dargestellt werden. Das Nierenleertomogramm erbrachte jedoch nur in 34 Fällen eine ausreichende Darstellung der verkleinerten Nieren.

**) Da Ultraschall an Grenzflächen zwischen Medien verschiedener Impedanz reflektiert wird, werden Luftblasen ebenso wie Konkrementen als sehr helle, scharf gezeichnete Reflexe mit nachfolgender Schallschattenzone dargestellt. Deswegen ist eine Unterscheidung von Luftblasen und Konkrementen nach retrogradem Pyelogramm sonographisch nicht möglich.

Tabelle 4

Klinische Diagnose	Zahl	Ultraschall-Diagnose	Zahl	Abweichung
Akutes Nierenversagen	4	Große plumpe Nieren mit verbreiter-tem Parenchym-saum	4	Keine
Nierentransplantation	16	Darstellung einer oder zweier Nieren in der fossa iliaca links oder rechts	16	Keine
Perirenales Haematom oder Serom	5	Perirenale Flüssigkeitsansammlung *)	5	Keine

*) 4 mal handelte es sich um perirenale Serome oder Haematome nach Nierentransplantation, die bei der Verlaufskontrolle gefunden wurden. Einmal fand sich ein perirenales Haematom nach transcutaner Nierenbiopsie, das im Verlauf von Wochen spontan resorbiert wurde.

A. Diagnostik

Verkleinerte Nieren mit verschmälertem Parenchymsaum sind oft schwer darstellbar. Das bewegte Bild des schnellen B-scan erleichtert das Erkennen kleiner Nieren aufgrund der Organbewegung bei Atemexkursion. Bei verkleinerten Nieren ist der Parenchymsaum stets verschmälert und der Pyelonreflex meist verändert. In drei Fällen lag die Nierengröße bei verschmälertem Parenchymsaum noch im Normbereich.

Die Unterscheidung zwischen dysplastischer oder entzündlicher Veränderung der Nieren ist nicht sicher möglich. Die Ultraschallschnittbilduntersuchung ist bei verkleinerten insuffizienten Nieren der Röntgenuntersuchung (Nierenleertomogramm) überlegen.

Von 55 Patienten mit Niereninsuffizienz und verkleinerten Nieren konnten die Nieren 50 mal sonographisch dargestellt werden. Das Nierenleertomogramm brachte nur in 34 Fällen brauchbare Ergebnisse. Bei den 5 Fällen, die sonographisch nicht zu beurteilen waren, lag eine terminale Niereninsuffizienz mit wahrscheinlich hochgradiger Verkleinerung der Nieren vor. Lediglich in einem dieser 5 Fälle ergab das Röntgen-Leertomogramm den Verdacht auf schattengebende Konkremente im Bereich beider Nierenlager.

Große Cystennieren zeigen im Ultraschallschnittbild ein so charakteristisches Reflexmuster, daß Fehldiagnosen hier zur Seltenheit gehören. Darauf wiesen bereits WEITZEL und OTTO hin. Solitärzysten können zweifellos frei von Tumoren jeder Art unterschieden werden, wenn folgende drei Kriterien erfüllt sind:

1. ...
2. Runde Form und glatte Kontur.
3. Heller nachfolgender Austrittsreflex.

Fehlt eines dieser Kriterien, so kann ein entzündlicher oder maligner Tumor nicht ausgeschlossen werden. Es muß eine weitere Abklärung erfolgen.

Als falsch positive sonographische Verdachtsdiagnose " maligner Tumor " wird sehr viel häufiger gestellt, als die falsch negative -.

Einmal wurde die Milz, die vom linken oberen Nierenpol nicht genügend abzugrenzen war, als malignomverdächtig bezeichnet. Auf diese Irrtumsmöglichkeit weisen mehrere Autoren hin (14,39a). Sie lässt sich bei Untersuchungen des Patienten in Rechtsseitenlage und bei Verwendung des bewegten Bildes (schneller E-scan) vermeiden, da die Milz eine andere Richtung der Atemverschieblichkeit zeigt als die Niere.

Fehlbildungen, Mißbildungen und Lageanomalien können durch das typische Strukturmuster der Nieren mit hellem Binnenreflex und dunklem Saum erkannt und ...

Der Nachweis einer Nephrolithiasis ist abhängig von ... Größe und -konsistenz. Genügend große- oder ... stellen sich als grobe, helle ... folgender Schallauslöschzone dar.

... zu wenige schalldichte Konkremente ... dargestellt werden. Andererseits können

Luftblasen im Pyelonbereich nach retrograder Pyelographie Konkrementreflexe vortäuschen.

Stauungsniere sind an einer länglichen reflexfreien Zone im Nierenbeckenbereich mit hellen Ein- und Austrittsreflexen zu erkennen. Bei akuter Abflußbehinderung erscheint der Parenchymsaum normal breit. Bei chronischen Stauungsniere ist er deutlich verschmälert und oft kaum noch darzustellen.

Einen akut gestauten Ureterabgang erkennt man durch das sog. C-Zeichen. Sogenannte "Sackniere" können sonographisch von großen unförmigen Cysten nicht unterschieden werden.

Das ampulläre Nierenbecken ist sonographisch durch einen wenig ausgeprägten Flüssigkeitsstau im Pyelonbereich gekennzeichnet, der bei Verlaufskontrollen bei in der Regel beschwerdefreien Patienten ein nur gering wechselndes Bild zeigt.

Bei Harnabflußstörungen während der Schwangerschaft oder bei Verdacht auf Abflußbehinderung nach gynäkologischen Operationen ist die Ultraschallschnittbilduntersuchung die diagnostische Methode der Wahl. Sie ist beliebig oft reproduzierbar, es entsteht keine Strahlenbelastung und sie erspart in vielen Fällen eine Cystoscopie und führt somit zu einer Verringerung von Infektionsquellen. Außerdem verfügt heute fast jede gynäkologisch-geburtshilfliche Abteilung über ein B-scan-Gerät. Die Ultraschalluntersuchung der Nieren wird dem Arzt, der in gynäkologisch-geburtshilflicher Sonographie bewandert ist, nicht schwerfallen. Bei Hochschwangeren können die Nieren in Seitenlage oder im Sitzen beurteilt werden.

Große Nieren mit verstreutem Parenchymsaum werden mit Hilfe der drei Hauptdurchmesser charakterisiert. WEITZEL et al. (45) entwickelten eine Formel, um aus den drei Durchmessern das Nierenvolumen zu berechnen. Um das funktionstüchtige Parenchym zu beurteilen, muß das Volumen des Pylonbeckens abgezogen werden. Die einfache Angabe der Durchmesser scheint uns für die Charakterisierung der Nierengröße besser geeignet.

Vergrößerte Nieren mit erhaltenem Strukturmuster beobachten wir außer beim akuten Nierenversagen und der Abstoßungskrise nach Nierentransplantation (s.u.) auch bei akuter Glomerulonephritis, nephrotischem Syndrom, Frühstadium der Amyloidose und Plasmozytom. In all diesen Fällen geht die Vergrößerung der Nieren mit einer Verdrängung des Parenchymsaumes einher. Bei Plasmozytom ersetzt die Sono-graphie das Röntgenogramm, wenn die mögliche Gefahr eines akuten Nierenversagens durch Kontrastmittel umgangen wird.

Bei der Beurteilung des Pylonbeckens, der bei der gesunden Niere aus glomerulären Zellen, Endothelzellen, glomerulären Kapillaren und glomerulären Mesangialzellen bestehende Nierenkapsel ist, sehen wir häufig bei vergrößerten Nieren, aber auch bei normal großen Nieren folgende Verände-

Aufsplitterung des homogenen Reflexmusters (verwaschenes Bild), einen fließenden Übergang des Pyelonreflexmusters in den dunklen Parenchymsaum ohne die normale scharfe Begrenzung zwischen Pyelonbereich und Parenchymsaum. Diese Veränderungen des Pyelonreflexes sind fast immer bei röntgenologisch nachweisbaren Verplumpungen des Kelchsystems vorhanden. Wahrscheinlich entsteht die schlechte Abgrenzbarkeit des Pyelonreflexes gegenüber dem Parenchymsaum infolge neuer Grenzflächen durch Narbenbildung.

Perirenale Prozesse beeinflussen die Atemverschieblichkeit der Nieren und verändern die Nierenkontur. Bei mehr als 30 transcutanen Nierenbiopsien mit der Vim-Silverman-Nadel, bei Lokalisation des caudalen Nierenpoles mit dem Ultraschallschnittbildverfahren, beobachteten wir ein perirenales Haematom, das im Verlauf einer Woche resorbiert wurde.

F. Verlaufskontrollen

Bei 4 Fällen von akuten Nierenversagen (3 mal posttraumatisch, einmal im Rahmen einer Pneumonie) wurden regelmäßig Verlaufskontrollen durchgeführt. Bei Erstuntersuchung im oligurischen Stadium zeigten sich immer vergrößerte plumpe Nieren mit verdicktem Parenchymsaum (Durchmesser 2 - 3 cm). Während des polyurischen Stadiums ergibt sich keine wesentliche Veränderung des Ultraschallschnittbildes. Die Parenchymsaumdicke scheint jetzt eher zunehmende Tendenz zu haben. Erst im Stadium der funktionellen Wiederherstellung wird eine Abnahme der Parenchymsaumdicke beobachtet.

Diese Beobachtung stimmt gut mit experimentell erhobenen Befunden überein. So fand Gessler (12 a) bei Ratten mit experimenteller Anurie durch Sublimat-Vergiftung eine Zunahme des Wassergehaltes bezogen auf die Trockensubstanz, die während der Polyurie stärker ausgeprägt war, als bei Anurie.

Bei Nierentransplantation ist die Ultraschallschnittbilduntersuchung besonders nützlich. Hier liegt die Niere sehr nahe unter der Körperoberfläche, sodaß Größenbestimmungen mit Hilfe der drei Hauptdurchmesser sehr leicht durchzuführen sind. Werden Untersuchungen mehrmals täglich durchgeführt, so ist es möglich, eine akute Abstoßungskrise an der Zunahme der Parenchymsaumdicke zu erkennen, bevor ein Fieberschub eintritt.

Rupturen mit perirenenalen Flüssigkeitsansammlungen führten in vier Fällen zum operativen Einreifen.

Abflußstörungen aus der transplantierten Niere können durch wiederholte Untersuchungen verfolgt und beobachtet werden.

Zusammenfassung

Aufgrund der Untersuchung von 238 Patienten während eines Jahres werden das normale und die pathologischen Bilder der Niere im Ultraschall-Schnittbild dargestellt und erörtert.

Es können Größe, Form, Kontur, Struktur und Atemverschieblichkeit der Nieren beurteilt werden.

Die Untersuchung der Nieren mit Ultraschall erlaubt auch röntgenologisch stumme -oder schlecht darstellbare Nieren zu beurteilen. Bei der Darstellung von verkleinerten, insuffizienten Nieren ist die Ultraschallschnittbilduntersuchung Röntgen-Untersuchungen überlegen. Das Ultraschallschnittbildverfahren mit dem schnellen B-scan ist kontrastmittelunabhängig und es sind keine biologisch nachteiligen Strahlenbelastungen vorhanden. Somit ist diese Untersuchung beliebig wiederholbar, was sie für Verlaufskontrollen besonders geeignet macht.

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

1. Barnett, E., Morley, P.:
The use of diagnostic ultrasound in the investigation of the urinary tract.
Brit.J.Radiol. 44,562 (1971).
2. Barnett, E., Morley, P.:
Ultrasound in the investigation of space-occupying lesions of the urinary tract.
Brit.J.Radiol. 44,733 (1971).
3. Bartels, H.:
Ultrasonic diagnosis in urology.
Vortrag gehalten auf den Secound European Congress on Ultrasonics in Medicine, München 1975.
4. Barwich, D., Meißner, M.:
Polycystische Erkrankungen der Leber und Nieren.
Aus der Endokrinologischen Abteilung der Medizinischen Universitäts-Poliklinik Heidelberg (Leiter: Prof. Dr. F. Bärner).
(im Druck).
5. Baum, G., Greenwood, J.:
Ultrasound in ophtalmology.
American Journal of ophtalmology 45 (1960) 2:249-261
6. Bergmann, L.:
Der Ultraschall.
S.Hierzel-Verlag, Stuttgart 1954.
7. Cajide, R., Aguilar, J., Jimenez, E.:
The echographic diagnosis in urology.
Vortrag gehalten auf dem zweiten European Congress on ultrasonics in Medicine, München 1975.
8. Christie, A.D., Gawic, N.H.:
Ultrasound observations of renal lesions and the prostate gland.
Brit.J.Radiol. 44,562 (1971).
9. Duval, J.M., Campion, J.P., Mention, J., Lannois, B.:
Echotomographic exploration of human renal grafts.
Vortrag München 1975
10. Effert, S.:
Der derzeitige Stand der Ultraschall-Kardiographie.
Archiv für Kreislaufforschung.
30 (1959) 213-276.
11. Engelhardt, G.J.:
Ultraschalldiagnostik retroperitonealer Prozesse.
Schweiz.med.Wschr. 101, 745 (1971).

12. Gessler, U., Schmitz, W.:
Über den Einfluß von Wärme, Diathermie und Ultraschall auf die Muskelfaser.
Strahlentherapie 93, Heft 4, 618-621 (1954) 1.Mitteilung
- 12a Gessler, U.:
Experimentelle Untersuchungen zur Entstehung der akuten Anurie.
In "Akutes Nierenversagen" 1.Sympos.Ges.Nephrologie.
Herausgeb. V.H.Sarre u. K.Rother. Thieme-Verlag Stuttgart S78-85.
13. Hertz, C.H., Edler, J.:
Die Registrierung von Herzwandbewegungen mit Hilfe des Ultraschallimpulsverfahrens.
Acustica 6 (1958), 361.
14. Holm, H.H., Rasmussen, S.N., Kristensen, J.K.:
Errors and pitfalls in ultrasonic scanning of the abdomen.
Brit.J.Radiol. 45, 835 (1972).
15. Hollander, H.J.:
Die Ultraschalldiagnostik in der Schwangerschaft.
Urban & Schwarzenberg, München-Berlin-Wien, 1972.
16. Holmes, J.H.:
Ultrasonic studies of the bladder and kidney.
Proc.1dt. Int.Conf.Diagnostic.Ultrasound,
S.465, New York, Plenum press 1966.
17. Igawa, Ki, Mi Jagishi:
The use of scintillation and ultrasonic scanning to disloge
U.Med. 108: 685-8, Nov. 72.
18. Knapp, W., Lorenz, D., Kilian, J.:
Sonographic differentiation of retroperitoneal tumors.
Vortrag auf dem 2nd European congress on ultrasonics in
Medicine, München, May 1975.
19. Kaick van, G., Lorenz, D., Knapp, W.:
Sonographische Differenzierung raumfordernder Prozesse im
linken Oberbauch.
Vortrag gehalten auf der 2.Jahrestagung der deutschen
Gesellschaft in Ultraschalldiagnostik, Hannover, Mai 1974.
20. Kazner, E., Kunze, St., Schiefer, W.:
Bedeutung der Echoenzephalographie für die Erkennung
epiduraler Haematome.
Langenbecks Archiv für klinische Chirurgie. 310 (1965)
21. Klug, D.H.:
Renal ultrasonographie. An aid in the clinical evaluation
of renal masses.
Radiology 105, 633-640 (1972)

22. Katochwil, A.:
Ultraschalldiagnostik im Oberbauch, Thorax und Schädel-
bereich.
Diagnostik 4, 43 (1971).
23. Katochwil, A.:
Ultraschalldiagnostik in der Urologie.
Wien.klin.Wschr. 87, 385-388 (1975).
24. Katochwil, A., Gasser, G., Maya, H.G.:
Die Ultraschalldiagnostik in der Urologie.
Wien.klin.Wschr. 82, 795 (1970).
25. Krause, W., Soldner, R.:
Ultraschallverfahren (B-scan) mit hoher Bildfrequenz
für die medizinische Diagnostik.
Electro medica 4 (1976), 2.
26. Kresse, H.:
Grundlagen der Deutung des Ultraschall-Echobildes in
der medizinischen Diagnose.
Elektromedizin 13(1968), 169.
27. Leopold, G.R.:
A review of retroperitoneal ultrasonographie.
Journal of Clinical Ultrasound 1, 82 (1973).
28. Leskoll, L.:
Echoencephalographie I. Detection of intracranial
complication following injury.
Acta chir. scandinav. 110 (1955/56) 301-315.
29. Levi, S., Schulmann, C.C.:
La nephrographie ultrasonique.
Acta urolog. Belg. 38, 373 (1970).
30. Lutz, H., Petzold, L.:
Ultraschalldiagnostik der Nieren.
80.Tagung der deutschen Gesellschaft für innere Medizin,
Wiesbaden 1974.
31. Lutz, H., Petzold, R., Strunz, U.:
Möglichkeiten und Grenzen der Ultraschalldiagnostik von
Tumoren in der inneren Medizin.
2.Jahrestagung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für
Ultraschall-Diagnostik Hannover, 1974.
32. Lutz, H., Petzoldt, R., Hofmann, K.P., Rösch, W.:
Ultraschalldiagnostik bei Pankreaserkrankungen.
Klin.Wschr. 53, 419-424 (1975).
33. Lutz, H., Seidl, R., Petzoldt, T., Fuchs, H.F.:
Gallensteindiagnostik mit Ultraschall.
Dtsch.med.Wschr. 100 (1975), 1329 - 1331

34. Neufussert, B.S., Boes, B.A., Burwood, R.J., Klapp, M.S. :
The use of ultrasound in the diagnosis of renal disease.
Brit. J. Radiol. 42 (1969), 560-562.
35. Sassie, A. :
Das Echogramm in der Diagnostik von Augenkrankheiten.
Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde 137 (1966)
1424-1427.
36. Stro, P. :
Die Ultraschalldiagnostik der Erkrankungen des Abdominal-
und Retroperitonealraumes.
Bern-Stuttgart-Wien: Verlag Hans Huber, 1973.
37. Stacker, M.M., Reen, S.A., Serafini, A.M. :
Renal dysplasia: Combined fluoroscopy and ultrasonic
techniques.
Radiology 143, 2 (1971-1972) (1971).
38. Stettinmacher, G. :
Ultraschall zur Differentialdiagnostik bei unterschiedlichen
Leberprozessen und beim Verschlussyndrom.
Therapiewoche 20, 167 (1970).
39. Stettinmacher, G. :
Differentialdiagnostik mit der Ultraschallsonde (Ultraschall-
Diagnostik). Wochschr. 28, 1973 (1973).
40. Sanders, B.O. :
Renal ultrasound.
The Radiologic Clinics of North America Vol. XVII No. 3
477-484.
41. Schmitt, W., Gesseler, G. :
Über den Einfluss von Wärme, Elektrolyse und Ultraschall auf
die Muskelfaser.
Strahlentherapie Heft 4 (1967) 2. Mitteilung.
42. Schwarz, W.R., Heine, J.H. :
Ultrasound as a diagnostic aid for renal neoplasms and cysts
Ultr. 10, 261 (1970).
43. Schulze, H., Mennel, R., Benz, U. :
Ultraschall differentiation of solid renal tumors.
European congress on ultrasonics in Medicine.
München 1975.
44. Wahl, B., Becker, J.C., Krahenbühl, J.R., Herber, G.,
Wahl, J.B. :
Atlas clinique radiographique ultrasonore.
Paris: Masson & Co. 1973.

44. Weingard, D., Kröpelin, T.:
Zur Differentialdiagnostik der großen Nierensolitärzyste.
Nieren- und Hochdruckkrankheiten 3, 91-94 (1975).
45. Weitzel, D., Alzen, G., Straub, E.:
Estimation of the volumina of isolated kidneys by means of
sonographie.
46. Weitzel, D., Bahlmann, J., Otto, P.:
Die Bedeutung der Sonographie für die Diagnose der
polycystischen Nierenerkrankung.
80.Tagung der deutschen Gesellschaft für innere Medizin.
Wiesbaden, 1974.
47. Winterberger, A.R., Palma, L.D., Murphy, G.P.:
Ultrasonic testings in human renal allografts.
J.Amer.med.Ass. 219, 475-479 (1972).

Lebenslauf:

Alexander W. Zimmermann

Am 31. Juli 1944 wurde ich als Sohn des Opernsängers Wolfram Heinrich Zimmermann und seiner Ehefrau Inna Ingeborg, geb. v. Grinfeldt in Tübingen geboren. Von 1950 an besuchte ich die Volksschule in Sonnenhardt Kr. Calw, Stuttgart und Darmstadt. In Darmstadt wurde ich 1954 in das Ludwigs-Realgymnasium aufgenommen. 1955 übersiedelte die Familie nach Graz/Österreich, wo ich 1963 am I. Bundesrealgymnasium das Reifezeugnis erhielt. Von 1963 bis 1965 leistete ich Militärdienst bei der Bundeswehr. Im Wintersemester 1965/66 begann ich mit dem Studium der Medizin an der Universität Erlangen-Nürnberg, das ich am 17.7.71 mit der Ärztlichen Staatsprüfung abschloß. Anschließend war ich als Medizinalassistent in Nürnberg und Roth bei Nürnberg beschäftigt. Am 2. November 1972 erhielt ich die Approbation als Arzt. Seit Februar 1973 bin ich Assistenzarzt an der 4. Medizinischen Klinik der Städtischen Krankenanstalten Nürnberg.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hög, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990